

# المختار

## التكنولوجيا

### ثانوي

# الهندسة الكمبيوترية

# 3

ENCY-EDUCATION.COM

شعبة: تقني رياضي

# AS

- خلاصات وافية للدروس
- حلول نشاطات و تمارين
- الكتاب المدرسي



ص ٢٠٠

# كتاب التكنولوجيا

هندسة كهربائية  
شعبة تقني رياضي

## 3AS

إعداد السادة الأساتذة

الطيب سلمان: أستاذ مهندس مكون

سفيان عاشور: أستاذ مهندس مكون

حسيبة مناصر: أستاذة مهندسة مكونة

دار المختار للطباعة والنشر والتوزيع

العنوان: شارع البريد/اسطوالي-الجزائر

هاتف /فاكس : 021/39-14-64

Email:edition.mokhtar@gmail.com



طبعة 2013



## بسم الله الرحمن الرحيم تقديم

### المناهج و الكتاب

هذا الكتاب دعامة من دعائم المنهاج الجديد لأقسام السنة الثالثة تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، نجد فيه كل المفاهيم الضرورية اللازمة لفهم الوظائف الأولية للكهرباء. تركز المقاربة بالمشاريع المقترحة على أنظمة حقيقية تجعل المتعلم في وضعية إشكالية ترغمه على النشاط لإيجاد الإجابات و الحلول المناسبة ، و تسهل إلى حد كبير عمل الأستاذ.

إنه الكتاب الثاني من سلسلة تكنولوجيا الهندسة الكهربائية ، وهو يهدف أساسا إلى تحقيق جملة من الكفاءات:

- أن يكتسب المتعلم القدرة على الإعلام ، والاتصال و استغلال الوثائق و المستندات.
- أن يتمكن المتعلم من تحليل نظام تقني أو عنصر تقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يتعرف المتعلم على الهياكل المادية في نظام تقني والتي تسمح بإنجاز الوظائف الموجودة.
- أن يستطيع المتعلم تحليل تشغيل النظام التقني أو العنصر التقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يوظف معلوماته ومكتسباته في إبداع و إنجاز نظام تقني أو عنصر تقني بسيط آلي أو غير آلي ، أو جهاز تحكم وفق معطيات دفتر الشروط.

### محتويات الكتاب

لقد أنجز هذا الكتاب بهدف إعطاء المتعلمين المفاهيم الابتدائية الأساسية في مجالات الإلكترونيك و الإلكترونيات والآليات حسب خطوات مشروع لتنمية روح الاستقلالية و المبادرة عند المتعلم في تسيير مختلف نشاطاته. لقد عملنا على جعل محتوياته تتماشى و روح المنهاج الجديد في إطار الإصلاح الشامل لمنظومتنا التربوية ، فقدمنا العناصر الضرورية لإنجاز نشاطات تعلم متنوعة : تجريبية، وصفية، توثيقية و باستعمال الإعلام الآلي.

هذا الكتاب موجه نحو اكتساب الطرق الملائمة لفهم الأنظمة ، فهو يدمج و ينظم و يهيكل المعارف اللازمة للتدخل في نظام حقيقي أو جزء من نظام تقني أو عنصر تقني في نظام.

الهيكلية المعتمدة في كل فصل لا تمثل بالضرورة نموذجا بيداغوجيا وحيدا ، لكنها تمنح الإطار المنطقي لدراسة الأنظمة.

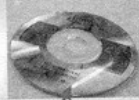
صمم الكتاب بطريقة تتماشى مع البرنامج الجديد لوزارة التربية الوطنية الذي هو تطوير (في المحتوى العلمي و في النظرة البيداغوجية) للبرنامج السابق لشعبة التكنولوجيا فرع هندسة كهربائية الذي كان مبنيا على الأنظمة الآلية و على التحكم في تشغيلها .

مع هذا الكتاب الجديد ، و كتاب السنة الثانية تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، إستراتيجية بيداغوجية توضع حيز التنفيذ بمنظور المقاربة بالكفاءات و العمل وفق خطوات مشروع حتى يتمكن المتعلم إلى الوصول (أو تحقيق ) الكفاءات المنتظرة ، وهو يحتوي على سبعة محاور :

- 1- وظيفة الغذية
- 2- وظيفة الإستطاعة
- 3- وظيفة تظخير الإستطاعة
- 4- إكتساب ، تحويل المعلومات و الترشيح
- 5- المنطق التوافقي
- 6- وظيفة التحكم
- 7- الدارات المنطقية المبرمجة على شكل دارات منمنجة

### تشكرات

- نتقدم بالشكر الجزيل لكل الذين ساهموا في إنجاز هذا الكتاب من قريب أو من بعيد وتشكرتهم :
- السيد مغزي مفتش التربية و التكوين و رئيس اللجنة المتخصصة للهندسة الكهربائية على تصلحه و توجيهاته.
  - السيد تدلاوي فيصل الياس مدير متقنة بوفاريك القديمة باحتضان مؤسسته لجنة تنسيق
  - السيد بوسعود مقران مفتش التربية و التكوين هندسة كهربائية على نصائحه و توجيهاته
  - السيدة يحيوي أستاذة مهندسة في متقن قصر البخاري على مساهمتها القيمة



# دليل استعمال الكتاب +

القرص المرافق للكتاب

عنوان الفصل

عنصر موضوع

الدراسة

مرجع الشكل

(رقم الفصل - رقم الشكل)

تصميم أو جهاز

نتيجة

نشاط

تمرين تطبيقي

تمارين بإجابات مختصرة

تمارين للحل

وظيفة التغذية

14

رقم الفصل

مدخل الفصل

(تصميم مبدئي ،

نظام ، دائرة

كهربائية )

صورة

المفاهيم الأساسية

قوانين

توجيه نحو المرجع في

القرص المرافق أو داخل

الكتاب

ملاحظة

تمارين

تمارين بإرشادات للحل

تمارين محلولة

لاكتساب طريقة الحل

تمارين بأجوبة اختيارية

( QCM )

أهم

الحلول

دفتر

حسب

س و

بيبية،

نظام

نرة

ا .

ور

لى



# الفهرس

المقدمة

1 المنطق التعاقبي ص 05

2 وظيفة التحكم ص 43

3 الدارات المنطقية على شكل دارات مندمحة ص 104

4 تحويل الطاقة الكهربائية ص 119

5 التيار المتناوب ثلاثي الطور ص 131

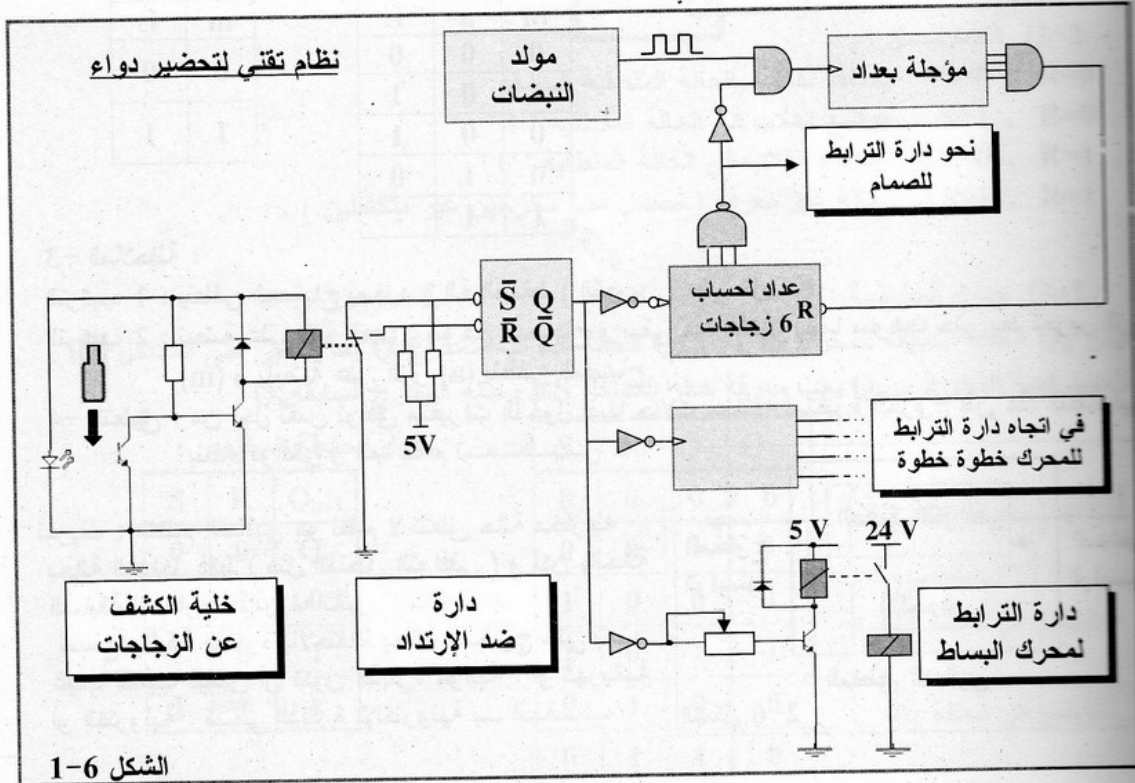
6 وظيفة الاستطاعة ص 144

7 وظيفة تضخيم الاستطاعة ص 169

8 اكتساب، تحويل المعلومات ص 184

حلول تمارين الكتاب و النشاطات ص 197

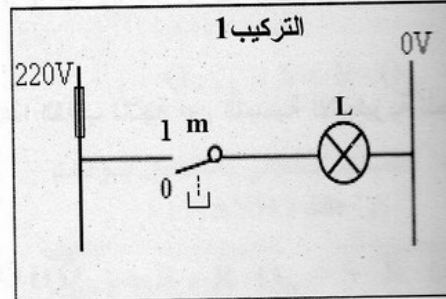
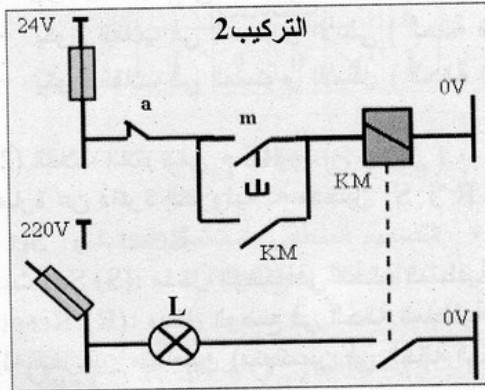
تمارين إضافية محلولة ص 244



إن ركيزة البناء الأساسية في المنطق التوافقي هي البوابة المنطقية بينما ركيزة البناء الضرورية في المنطق التعاقبي هي " القلاب " حيث يقوم هذا الأخير بعدة عمليات :  
 عملية تخزين المعلومات الثنائية في صورة "0" أو "1" و يمكن الاحتفاظ بهذه المعلومات الثنائية لمدة غير محددة " وظيفة الذاكرة " . كما أنه يمكن تحويل إحدى الحالتين إلى الأخرى .  
 بتوصيل مجموعة من القلابات فيما بينها نكون دارات منطقية تعاقبية لتحقيق وظيفة تخزين و عد وإزاحة المعلومات .

وظيفة الذاكرة :

مثال : التحكم في توهج مصباح  
 ليكن التركيبين رقم 1 و 2 :





- 1- التركيب 1 : التحكم بزر ضاغط التركيب 2 : التحكم بمرحل  
2- جداول الحقيقة :

التركيب 2 :

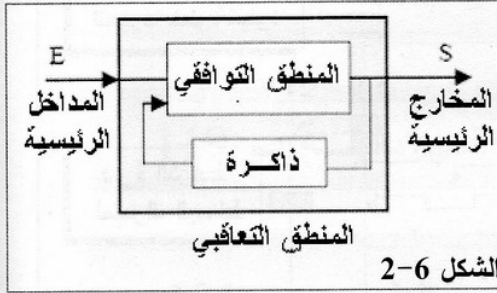
m	a	L
0	0	0
1	0	1
0	0	1
0	1	0
1	1	-

التركيب 1 :

m	L
0	0
1	1

### 3- الملاحظة :

- التركيب 1 : ينطفئ المصباح بمجرد إزالة الضغط ( التحرير ) على الزر K .  
التركيب 2 : نبضة على الزر (m) ، يتوهج المصباح و يبقى هذا الأخير دائما متوهجا حتى بعد تحرير الزر (m) و نبضة على الزر (a) ينطفئ المصباح .  
4- التعليق : من أجل نفس توافق متغيرات الدخول لدينا حالات مختلفة لمتغيرة الخروج إذن هذا النظام ليس بنظام توافقي و إنما نظام تعاقبي .



تعريف : النظام التعاقبي هو نظام لا تتعلق حالة مخرجه بحالة المدخل فقط ( مثل المنطق التوافقي ) و لكن بالحالة السابقة للمخرج : إذن له تأثير " الذاكرة " .  
تسمح وظيفة الذاكرة بالاحتفاظ بحالة المخرج حتى بعد غياب السبب . يمكن أن تكون الذاكرة هوائية ، أو كهربائية أو إلكترونية . تسمى الذاكرة الإلكترونية بـ القلاب .

### I) القلابات :

#### 1) تعريف :

- القلابات عبارة عن دارات منطقية تعاقبية لها حالتان مستقرتان تسمح بتخزين معلومة منطقية 0 أو 1 (بيت واحد) وتسمى بـ ذاكرة عنصرية . توجد عائلتين من القلابات :  
- القلابات اللازامية : تشغيلها مستقل عن إشارة التزامن .  
- القلابات التزامنية : تشغيلها عند حضور إشارة التزامن .  
نميز 4 أنواع من القلابات : RS , D , T , JK التي يمكن أن تكون تزامنية أو لا تزامنية .

يحتوي كل قلاب على مدخل أو أكثر و مخرجين متكاملين Q و  $\bar{Q}$

- يكون القلاب في المستوى الأعلى ( الحالة المنطقية 1 )  $\Leftrightarrow (Q=1 \text{ و } \bar{Q}=0)$
- يكون القلاب في المستوى الأسفل ( الحالة المنطقية 0 )  $\Leftrightarrow (Q=0 \text{ و } \bar{Q}=1)$

#### 2) القلاب اللازامي « RS » :

عبارة عن ذاكرة إلكترونية له مدخلين S و R ، تسمية هذا القلاب ناتجة عن التسمية الإنجليزية للحالتين " Set " و " Reset "

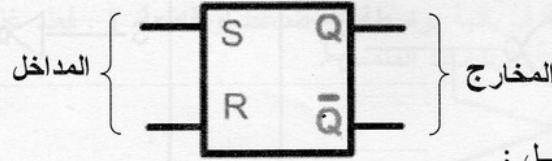
حيث Set (S): مدخل الوضع في الحالة المنطقية " 1 "

Reset (R): مدخل الوضع في الحالة المنطقية " 0 "

وله مخرجين متكاملين (متعاكسين في الحالة المنطقية) Q و  $\bar{Q}$

(1-2) الرمز :

الشكل 3-6



(2-2) التشغيل :

$S=0, R=0$  يحتفظ القلاب بالحالة المنطقية السابقة

$S=1, R=0$  يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 1 "

$S=0, R=1$  يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 0 "

$S=1, R=1$  حالة غير معرفة ( نحصل على مخرجين غير متكاملين ) .

(3-2) جدول الحقيقة

ليكن  $Q_n$  الحالة السابقة للمخرج  $Q$  و  $Q_{n+1}$  الحالة الموالية للمخرج  $Q$  بعد التأثير على المدخل  $RS$  .

تحديد قيمة المخرج  $Q_{n+1}$  يجب معرفة حالة المدخل  $RS$  وحالة المخرج السابقة  $Q_n$

جدول الحقيقة المختصر :

S	R	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	x

S	R	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0	0
0	0	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	1	0	x
1	1	1	x

احتفاظ ( وظيفة الذاكرة )

الوضع في الحالة (1)

الوضع في الحالة (0)

حالة غير معرفة

(4-2) المعادلة المنطقية  $Q_{n+1}$  :

SR \ $Q_n$	00	01	11	10
0	0	0	x	1
1	1	0	x	1

$$Q_{n+1} = \bar{R} \cdot (S + Q_n)$$

• التصميم المنطقي باستعمال البوابات  
" لاأو " فقط ( NOR ) :

$$\overline{Q_{n+1}} = \overline{\bar{R} \cdot (S + Q_n)} = \overline{\bar{R}} \cdot \overline{(S + Q_n)} = R \cdot (\bar{S} + \bar{Q}_n)$$

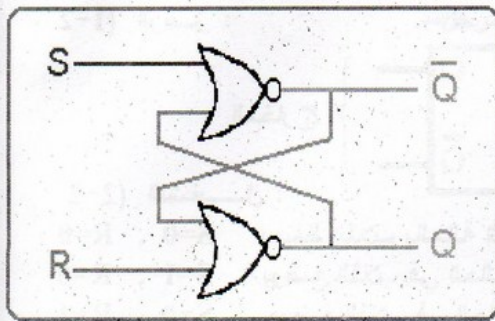
SR \ $Q_n$	00	01	11	10
0	0	0	x	1
1	1	0	x	1

$$Q_{n+1} = S + \bar{R} \cdot Q_n$$

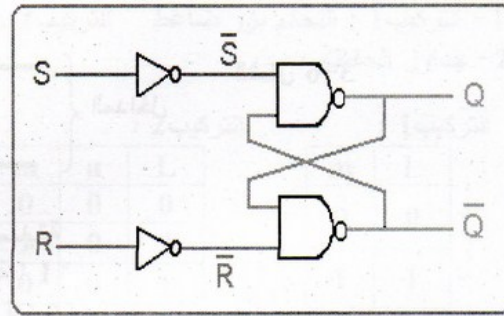
• التصميم المنطقي باستعمال البوابات  
" لاو " فقط ( NAND ) :

$$\overline{Q_{n+1}} = \overline{S + \bar{R} \cdot Q_n} = \bar{S} \cdot \overline{\bar{R} \cdot Q_n} = \bar{S} \cdot R \cdot \bar{Q}_n$$

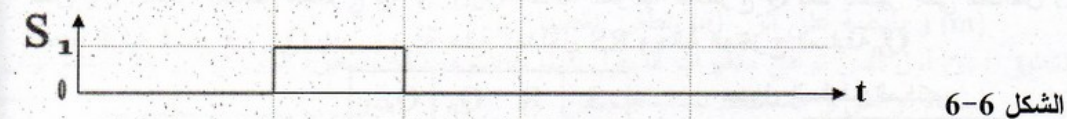
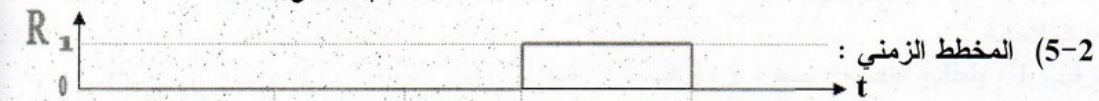




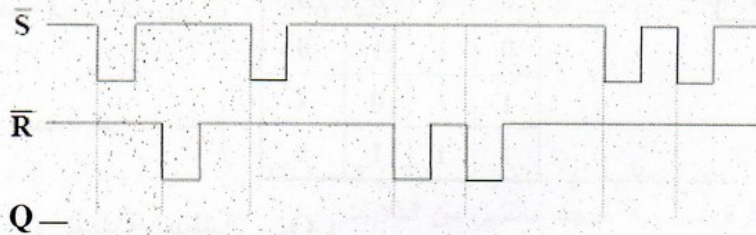
الشكل 5-6



الشكل 4-6

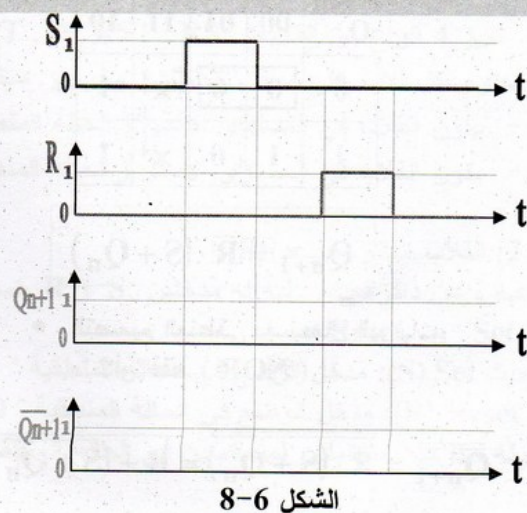
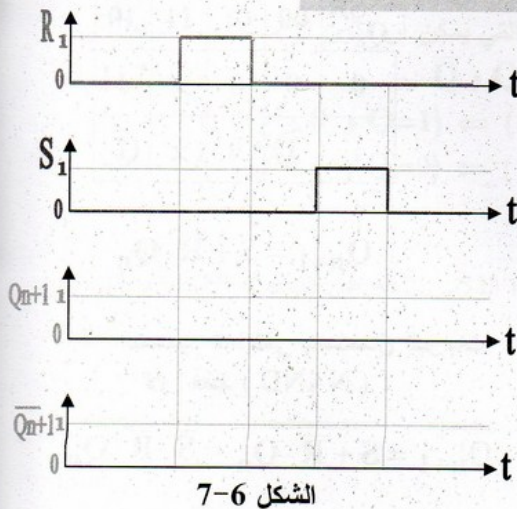


أعط التصميم المنطقي للقلاب RS باستعمال البوابات "لاو" (NAND) ثم أكمل رسم المخطط الزمني التالي للمخرج Q :

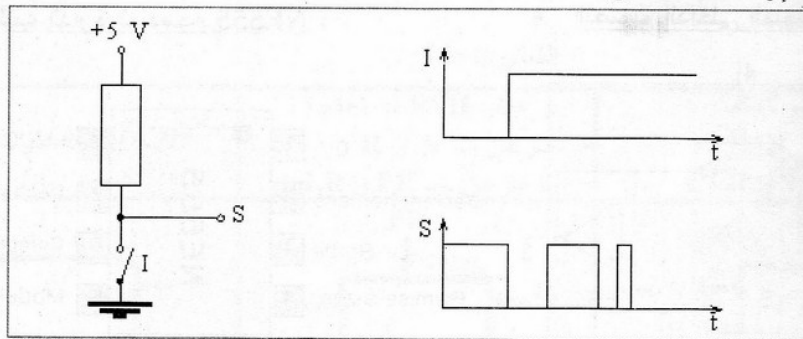


نشاط :

أكمل البيانات الزمنية التالية للقلاب اللازماني RS .

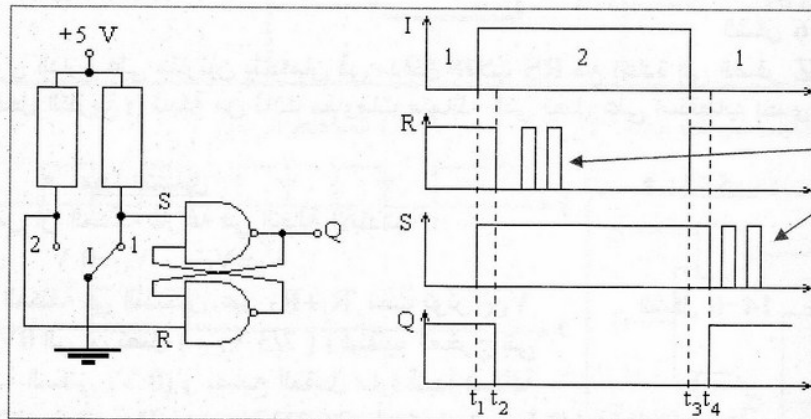


(6-2) تطبيق القلاب RS : دائرة ضد الارتداد  
عند التحكم في حالة فيزيائية بواسطة زر ضاغط أو قاطعة I ، فعند غلق هذا الأخير يمر المخرج S بحالة عدم الاستقرار نتيجة لإرتدادات الملمس .



الشكل 6-9

تحت هذه الإشكالية أي حذف الارتدادات نستعمل دائرة القلاب RS بحيث يحتفظ المخرج Q بالقيمة السابقة حتى يستقر الملمس .



الشكل 6-10

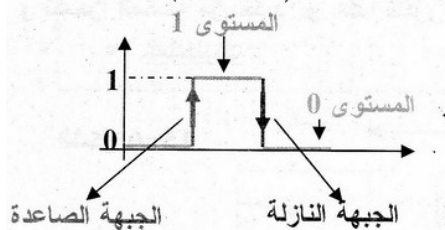
(3) القلابات التزامنية :

في هذا النوع من القلابات ، يتحكم في المخرج Q مدخل يسمى إشارة الساعة ( التوقيتية ) .

(1-3) إشارة الساعة و خصائصها : هي عبارة عن سلسلة

من النبضات و يرمز لها بـ ( H , T , CK )

(Clock) CK ، T(Timer) ، (Horloge)



الشكل 6-11

نواع التحكم بإشارة الساعة :

<p>تؤثر إشارة الساعة خلال المدة الزمنية للمستوى المنطقي " 0 "</p>	<p>تؤثر إشارة الساعة خلال المدة الزمنية للمستوى المنطقي " 1 "</p>
<p>تؤثر إشارة الساعة عند الجبهة النازلة ( عند المرور من المستوى المنطقي " 1 " إلى المستوى " 0 " )</p>	<p>تؤثر إشارة الساعة عند الجبهة الصاعدة ( عند المرور من المستوى المنطقي " 0 " إلى المستوى " 1 " )</p>



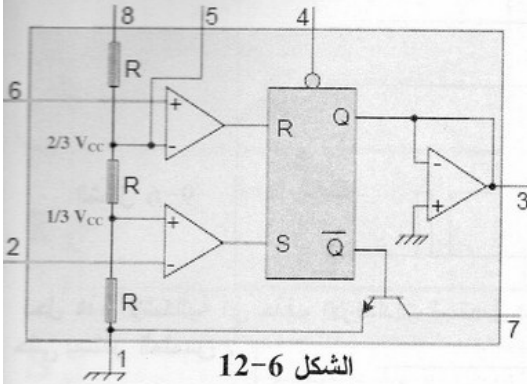
(2-3) إشارة الساعة باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

هناك عدة طرق للحصول على مولد النبضات ، من أبرزها استعمال مذبذب لاستقرار الدارة المندمجة

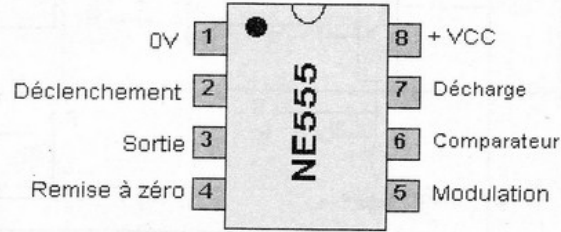
NE555

• التصميم الداخلي المبسط للدارة NE555 :

• تقطيب الدارة المندمجة NE555 :



الشكل 12-6



الشكل 13-6

تحتوي الدارة على مقارنين يتحكمان في مداخل القلاب RS مع إعادة إلى الصفر RAZ ، طابق مضخم ومقل التفريغ وشبكة من ثلاث مقاومات متماثلة التي تعمل على استقطاب إحدى مداخل كل مقارن .

• التركيب :

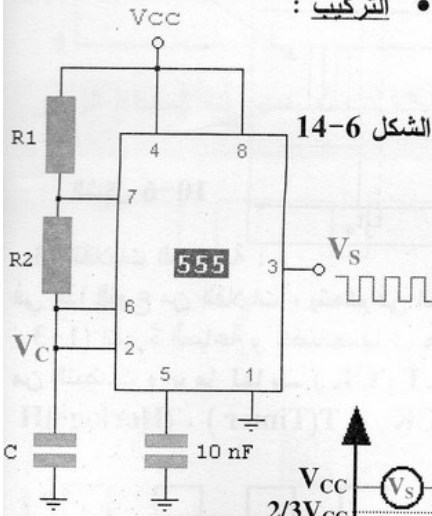
• مبدأ التشغيل :

نفرض أن المكثفة فارغة في الحالة الابتدائية :

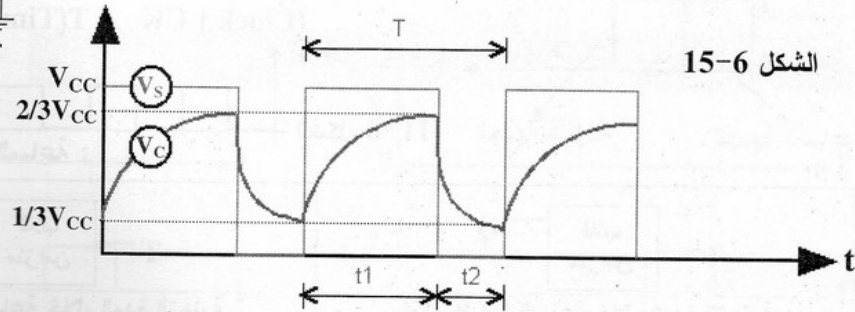
$$V_S = V_{CC} , V_C = 0 V$$

تبدأ المكثفة في التشحيم عبر  $R_1 + R_2$  تحت توتر  $V_{CC}$  من 0V إلى أن تصل  $(2/3 V_{CC})$  ، فينقلب المخرج إلى الحالة السفلى (0 V) و يصبح المقفل مارا فتبدأ المكثفة في التفريغ عبر  $R_2$  من  $(2/3 V_{CC})$  إلى أن تصل  $(1/3 V_{CC})$  فينقلب المخرج إلى الحالة العليا ( $V_{CC}$ ) و يصبح المقفل مانعا و تشحن المكثفة من جديد و هكذا تتكرر الدورة .

• المنحنيات :



الشكل 14-6



الشكل 15-6

• عبارة دورة إشارة الخروج " T " :  $T = t_1 + t_2$

$t_1$  : زمن شحن المكثفة من  $1/3 V_{CC}$  إلى  $2/3 V_{CC}$  ،  $t_2$  : زمن تفريغ المكثفة من  $2/3 V_{CC}$  إلى  $V_{CC}$

$$t_2 = R_2 \cdot C \cdot \ln 2 \quad \text{و} \quad t_1 = (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2$$

$$T = (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2 + R_2 \cdot C \cdot \ln 2$$

$$T = (R_1 + 2 R_2) \cdot C \cdot \ln 2$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(R_1 + 2 R_2) \cdot C \cdot \ln 2} \quad \text{• عبارة التواتر :}$$

ملاحظة : الدور T مستقل عن توتر التغذية  $V_{CC}$  .

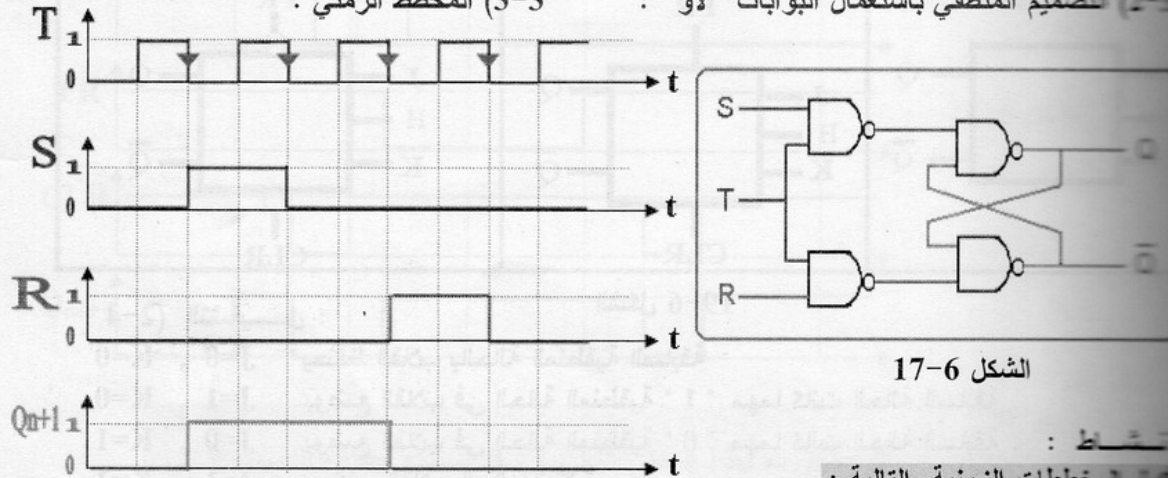
3- الفلاب " RSH " :

الشكل 16-6

(1-3) الرموز :

فلاب RSH متزامن	فلاب RSH ذو تحكم : • متزامن بـ S و R • لا متزامن بـ PR و CLR	فلاب RSH ذو تحكم : • متزامن بـ S و R • لا متزامن بـ PR و CLR

(2-3) تصميم المنطقي باستعمال البوابات " لاو " : (3-3) المخطط الزمني :

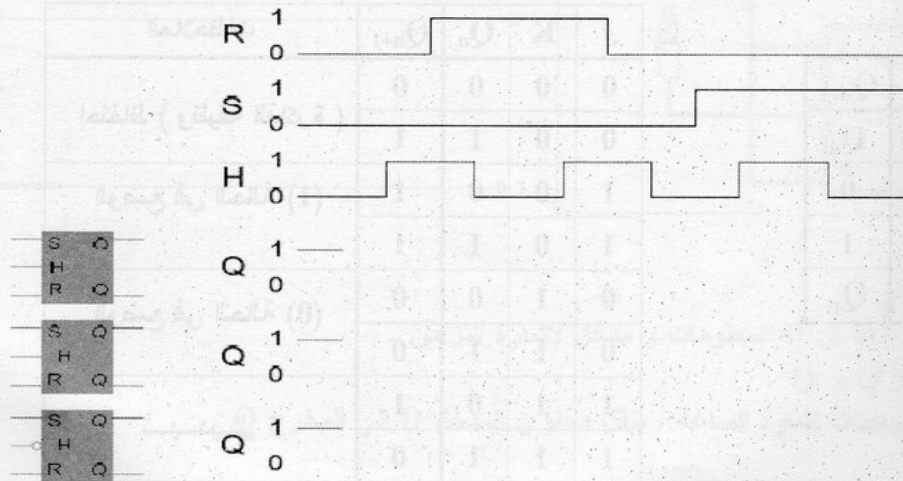


الشكل 17-6

تشط :

كل المخططات الزمنية التالية :

الشكل 18-6



#### (4) القلاب "JK" :

صمم هذا القلاب لحذف الحالة الممنوعة (الغير معرفة) الموجودة في القلاب RS يحتوي على :

- مدخلين متزامنين : J و K
  - J : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (1)
  - K : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (0)
  - مدخلين غير متزامنين (مستقلين عن إشارة التزامن) : PR و CLR
  - PR (PRESET) : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (1)
  - CLR (CLEAR) : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (0)
  - مخرجين متكاملين Q و  $\bar{Q}$
  - مدخل التحكم : (إشارة الساعة) .
- (1-4) الرموز :

قلاب JK متزامن	قلاب JK ذو تحكم : • متزامن بـ JK و H • لا متزامن بـ PR و CLR	قلاب JK ذو تحكم : • متزامن بـ JK و H • لا متزامن بـ $\bar{PR}$ و $\bar{CLR}$

الشكل 6-19

#### (2-4) التشغيل :

- $J=0$  ,  $K=0$  يحتفظ القلاب بالحالة المنطقية السابقة
- $J=1$  ,  $K=0$  يوضع القلاب في الحالة المنطقية "1" مهما كانت الحالة السابقة .
- $J=0$  ,  $K=1$  يوضع القلاب في الحالة المنطقية "0" مهما كانت الحالة السابقة .
- $J=1$  ,  $K=1$  يعكس القلاب الحالة السابقة .

جدول الحقيقة المختصر :

J	K	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}_n$

(3-4) جدول الحقيقة :

J	K	$Q_n$	$Q_{n+1}$	الملاحظات
0	0	0	0	إحتفاظ ( وظيفة الذاكرة )
0	0	1	1	
1	0	0	1	الوضع في الحالة (1)
1	0	1	1	
0	1	0	0	الوضع في الحالة (0)
0	1	1	0	
1	1	0	1	تبديل
1	1	1	0	



#### 4-4 المعادلة المنطقية :

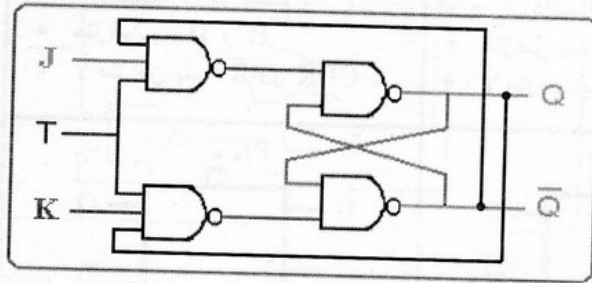
JK Q <sub>n</sub>	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1

$$Q_{n+1} = J \cdot \bar{Q}_n + \bar{K} \cdot Q_n$$

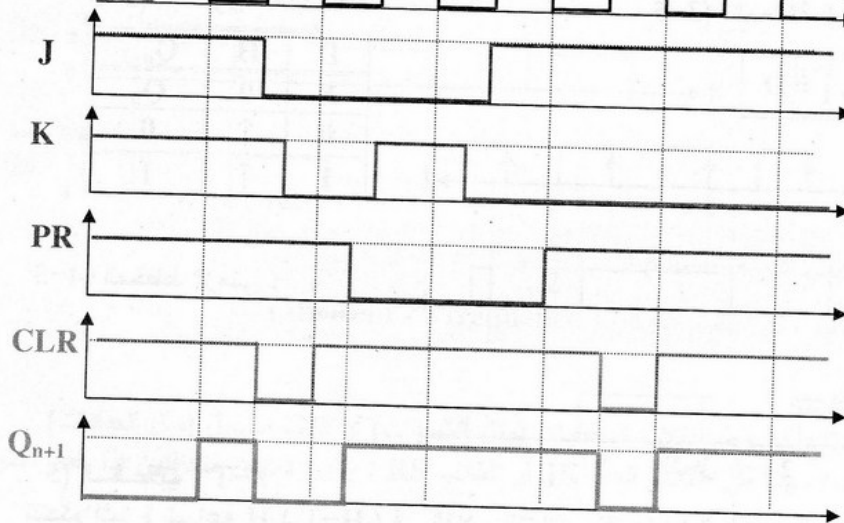
#### 5-4 التصميم المنطقي باستعمال البوابات

"لاو" فقط (NAND) :

الشكل 6-20



المخطط الزمني : (6-4)

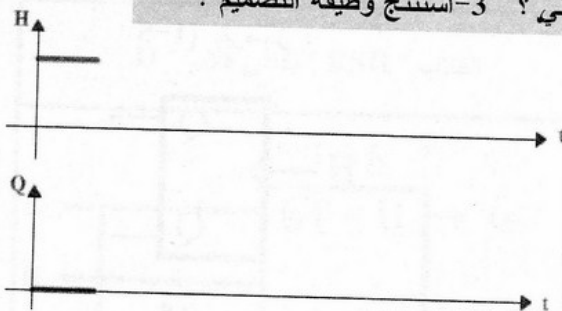


الشكل 6-21

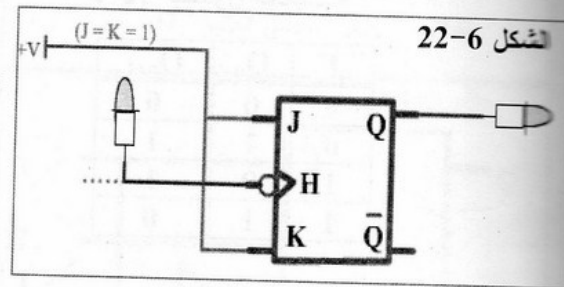
تشاط :

يكن التصميم التالي :

1- أنجز هذا التصميم ؟ 2- أكمل المخطط الزمني التالي ؟ 3- استنتج وظيفة التصميم ؟



الشكل 6-22



(5) القلاب "D" :

يحتوي هذا القلاب على :

- مدخلين : مدخل D للمعلومات و مدخل لإشارة التزامن .
  - مخرجين Q و Q-bar .
- عند كل نبضة من نبضات إشارة الساعة ، ينقل محتوى المدخل D إلى المخرج Q .

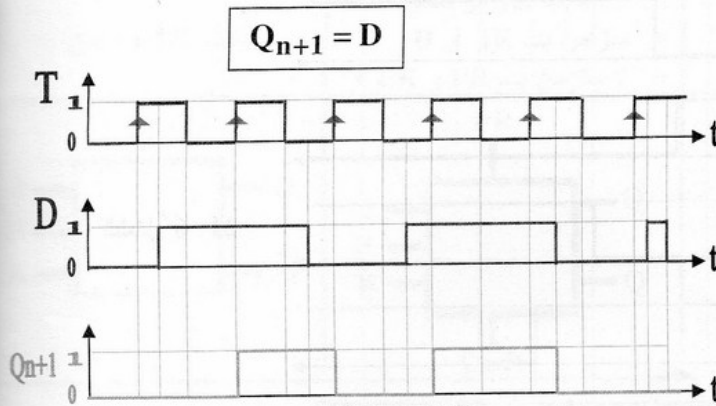
(1-5) الرموز :

الشكل 23-6

قلاب D متزامن	قلاب D ذو تحكم : • متزامن بـ D و H • لا متزامن بـ PR و CLR	قلاب D ذو تحكم : • متزامن بـ D و H • لا متزامن بـ PR و CLR

(3-5) المعادلة المنطقية :

(2-5) جدول الحقيقة :



D	H	$Q_{n+1}$
X	0	$Q_n$
0	↑	0
1	↑	1

(4-5) المخطط الزمني :

الشكل 24-6

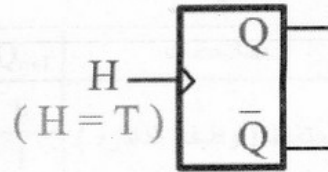
(5) القلاب "T" :

تتحكم إشارة الساعة H (H=T) في القلاب التزامني T. عندما يمر المدخل H إلى الحالة 1 ، تتغير حالة المخرج . و عندما يمر المدخل إلى الحالة 0 ، يحتفظ المخرج بالحالة السابقة .

(2-5) جدول الحقيقة :

(1-5) الرمز :

T	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

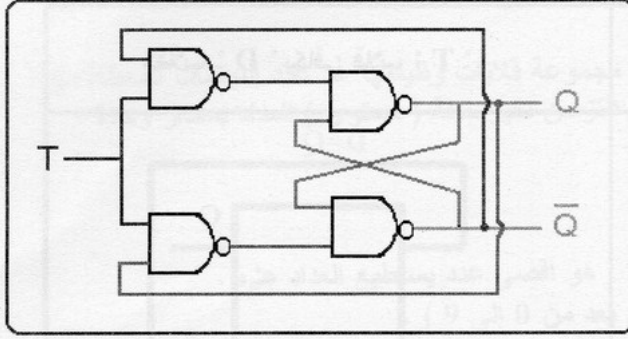


(3-5) المعادلة المنطقية :

T	0	1
$Q_n$	0	1
0	0	1
1	1	0

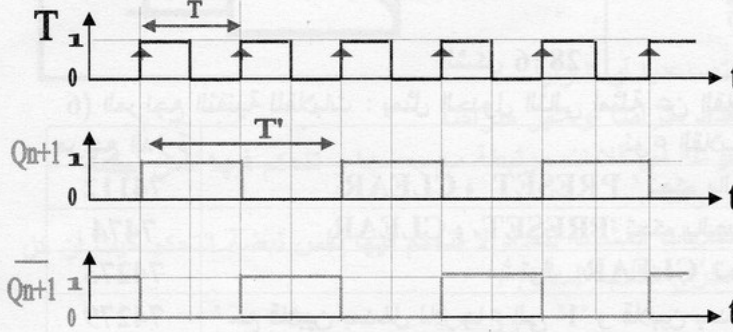
$$Q_{n+1} = T \cdot \bar{Q}_n + \bar{T} \cdot Q_n$$

(4-5) التصميم المنطقي باستعمال:  
البوابات " لاو " فقط ( NAND )



الشكل 25-6

(5-5) المخطط الزمني :



الشكل 26-6

ملحظة : من المخطط الزمني السابق نستنتج أن  $T' = 2 \cdot T \Rightarrow f' = \frac{f}{2}$

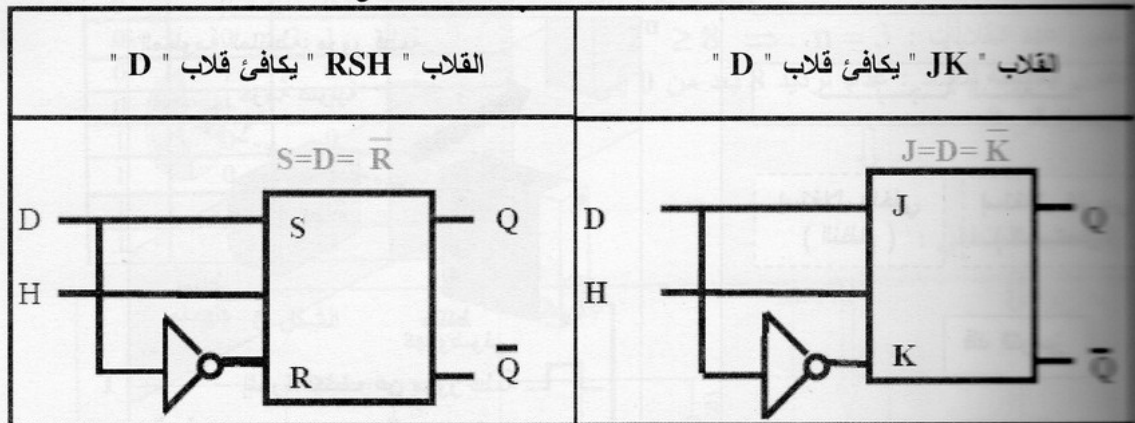
و لذا يعتبر القلاب " T " قاسم التواتر ( diviseur de fréquence ) .

(5) القلابات المكافئة :

في العديد من التطبيقات نحتاج خصوصا لقلاب المعطيات (مثل السجلات) أو قلاب التبديل (مثل العدادات) ونحن القلابين يمكن استخلاصهما من القلاب العام JK أو القلاب RS : يكون قلابين متكافئين إذا حققا نفس الوظيفة .

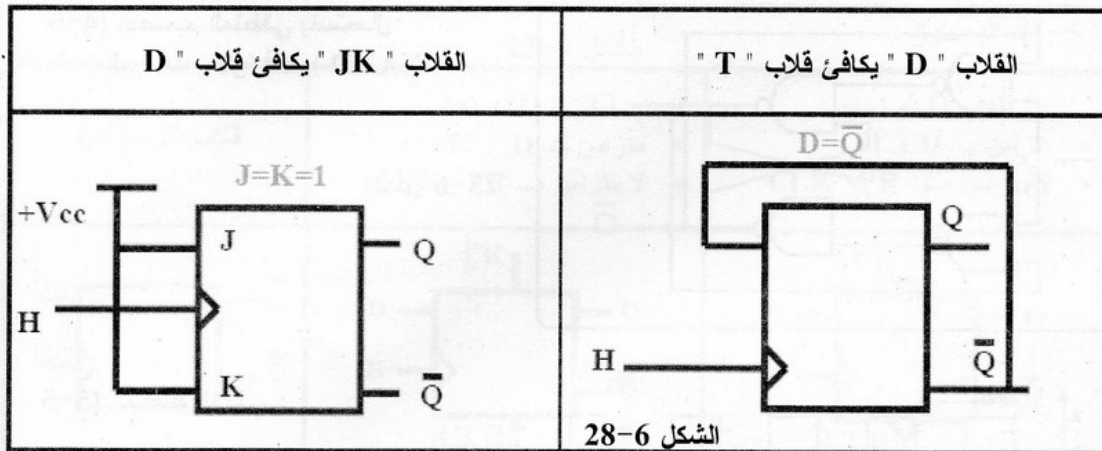
الشكل 27-6

(1-5) تحويل القلاب " JK " و " RS " إلى قلاب " D " :



(2-5) تحويل القلاب " JK " و " RS " إلى قلاب " T " :





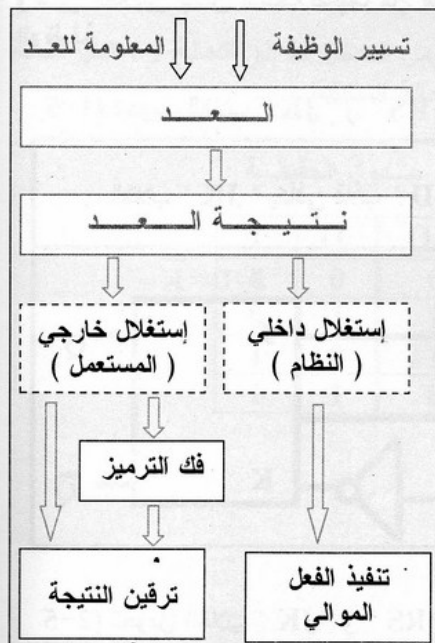
(6) المراجع التقنية للقلابات : يمثل الجدول التالي أمثلة عن القلابات المدروسة على شكل دارات مندمجة :

نوع القلاب	مرجع الدارة
" CLEAR و PRESET " تحكم بالجبهة النازلة مع JK قلابين	74112
" CLEAR و PRESET " تحكم بالجبهة الصاعدة مع D قلابين	7474
مشترك " CLEAR " تحكم بالجبهة الصاعدة مع D 8 قلابات	74273
" مع قلابين بمدخل للإرجاع إلى "1" و قلابين بمدخلين للإرجاع إلى "1" 4 RS قلابات	74279
مشترك " CLEAR " مع RS 6 قلابات	74118

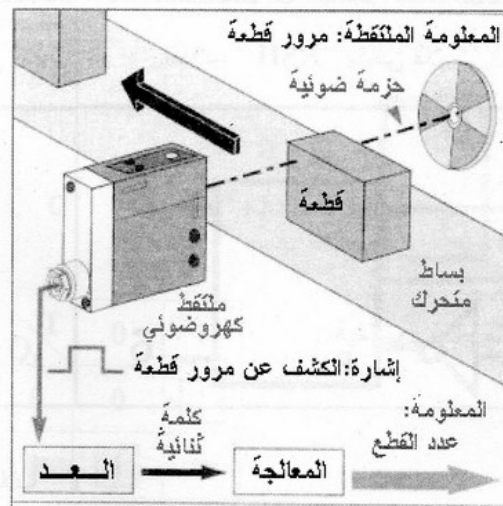
## (II) العدادات :

توجد وظيفة العد في عدة أنظمة آلية أين النتيجة لحساب منجز على سلسلة من الأجسام أو على تكرار لحدث معين يؤدي إلى اتخاذ قرار من طرف المستعمل أو تسيير فعل آلياً من طرف النظام .  
تحقق هذه الوظيفة بواسطة عدادات .

مثال : نظام لعد القطع ( الشكل 6-29 )  
كلما تقطع الحزمة الضوئية من طرف القطعة الملتقطة تنتج نبضة التي تطبق على مدخل العداد .



الشكل 6-30



الشكل 6-29

## 1) تعريف :

العدد عبارة عن دائرة منطقية تعاقبية مكونة من مجموعة قلابات وظيفتها عد عدد النبضات المعطاة من ساعة خارجية أو إشارة عد ما . كل نبضة لإشارة التزامن تغير حالة ( محتوى ) العدد بمقدار وحدة .

## 2) خصائص العدادات الثنائية :

تتميز عداد عن آخر بالخصائص التالية:

• **سعة (تردد) العدد " N " ( modulo ) :** هو أقصى عدد يستطيع العدد عده .

مثال : عداد تردد 10 يمكنه عد 10 نبضات ( أي يعد من 0 إلى 9 ) .

• **سعة العدد مرتبطة بعدد القلابات المكونة للعداد .** لتعيين عدد القلابات ( n ) لعداد تردد ( N ) يجب

$$2^n \geq N$$

• **طريقة العد:** يمكن أن يكون العد تصاعديا أو تنازليا .

• **طريقة التحكم:** يمكن أن يكون العدد متزامنا أو غير متزامنا

- **العداد المتزامن:** هو عبارة عن مجموعة من قلابات مرتبطة مع بعضها و تتحكم فيها نفس نبضة التحكم و في نفس الوقت .

- **العداد اللاتزامن:** في هذه الحالة القلابات المشكلة للعداد لا تتحكم فيها نفس نبضة التحكم حيث أن كل قلاب يتحكم فيه مخرج القلاب السابق .

## 3) العداد اللاتزامني :

يمكن للعداد اللاتزامن أن يكون تصاعدي أو تنازلي

و يمكن أن تتحكم فيه إشارة الساعة بالجهة الصاعدة

أو النزلة ، فنستنتج 4 أنواع كما يبينه الجدول المقابل :

الجهة	طريقة العد	التحكم بالمخارج :
↓	تصاعدي	$Q$
↓	تنازلي	$\bar{Q}$
↑	تصاعدي	$Q$
↑	تنازلي	$\bar{Q}$

## 1-3) العداد اللاتزامني بدورة كاملة :

عداد لاتزامن تردد N بدورة كاملة ، يعد من 0 إلى N-1 ثم يعود آليا إلى 0 .

مثال : إنجاز عداد لاتزامني تردد 8 باستعمال قلابات JK

ذات تحكم بالجهة النازلة .

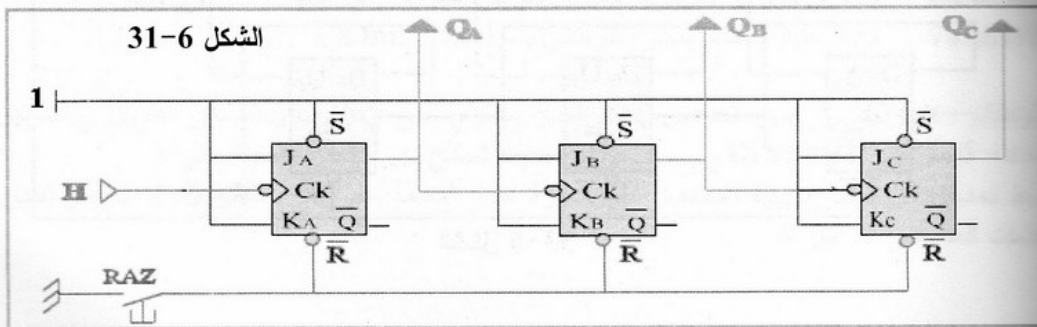
- **تعيين عدد القلابات :**  $2^n \geq 8 \Rightarrow n = 3$

- **جنول الحقيقة للعداد :** عداد تردد 8 يعد من 0 إلى 7

ثم يعود إلى 0 .

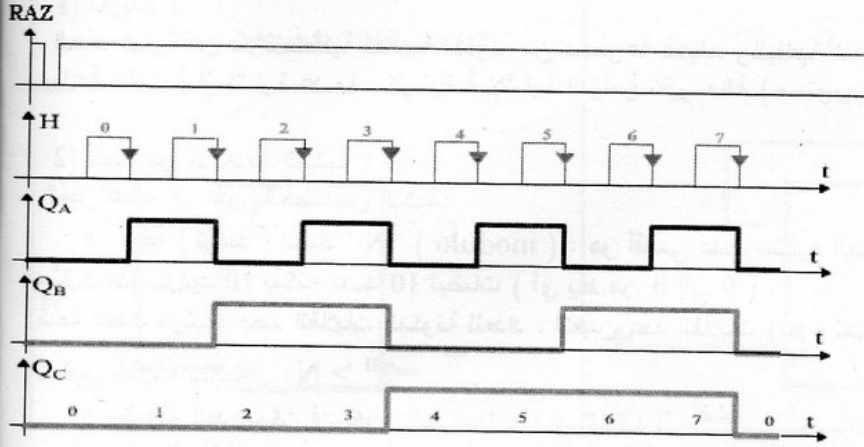
- **التصميم المنطقي :**

عشري	$Q_A$	$Q_B$	$Q_C$
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1





- المخطط الزمني :



الشكل 6-32

نشاط :

أنجز نفس العداد السابق باستعمال قلابات D ذات تحكم بالجبهة الصاعدة ؟

3-2) العداد اللاتزامني بدورة غير كاملة :

عداد لامتزامن تردید N بدورة غير كاملة ، يعد من 0 إلى N-1 و ترغيم الحالة N إلى 0 بالتأثير على مداخل الإرجار للصفر ( CLEAR ) لكل القلابات .

مثال : إنجاز عداد لاتزامني تردید 7 باستعمال قلابات D ذات تحكم بالجبهة الصاعدة .

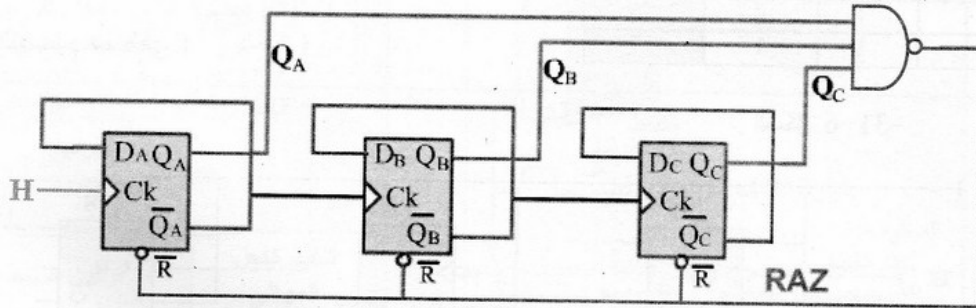
- تعيين عدد القلابات :  $2^n \geq 7 \Rightarrow n = 3$

- جدول الحقيقة للعداد : عداد تردید 7 يعد من 0 (000) إلى 6 (110)

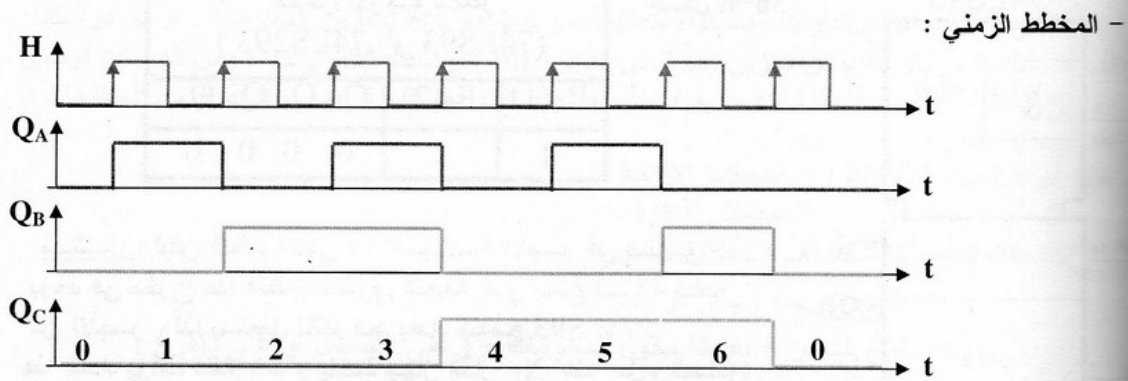
و ترغيم الحالة 7 (111) إلى 0 (000) بالتأثير على المداخل ( CLR ) .

الثنائي الطبيعي			عشري
QC	QB	QA	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

- التصميم المنطقي :



الشكل 6-33



نشاط :

أجز نفس العداد السابق باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة ؟

نشاط :

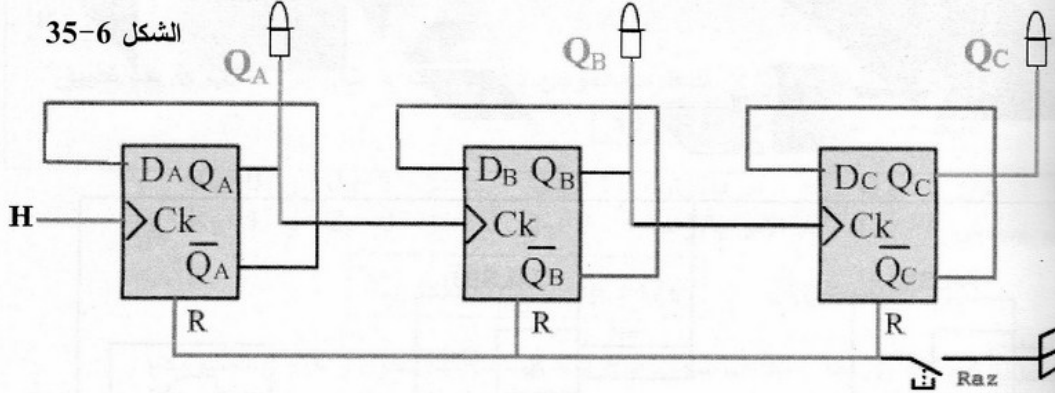
ليكن التصميم التالي :

1- أنجز التصميم باستعمال الدارة 74LS74 ؟

2- إملأ جدول الحقيقة ؟

3- أرسم المخطط الزمني الموافق ؟

4- استنتج وظيفة التصميم ؟



(4) العدادات على شكل دارات مندمجة :

توجد عدادات مندمجة تزامنية و لاتزامنية ذات 4 طوابق عموما ، من بينها :

74LS93 ، 74LS293 : عداد ثنائي لاتزامني بـ 4 بت ( 4 bits )

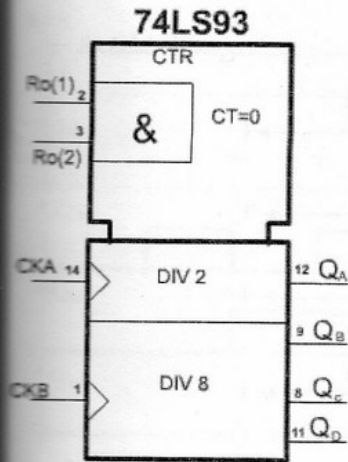
الوصف : كل واحد من هذين العدادين اللاتزامنين يحتوي على 4 قلابات و المنطق الضروري لتشغيل

عداد- قاسم على 2 و عداد ثنائي بـ 3 طوابق بحيث تسمح دورة العد بالقسمة على 8 .

يربط المدخل B بالمرجع QA لاستعمال أطول دورة عد ( القسمة على 16 ، ثنائي بـ 4 بت ) و تطبق

تيضات العد على المدخل A .

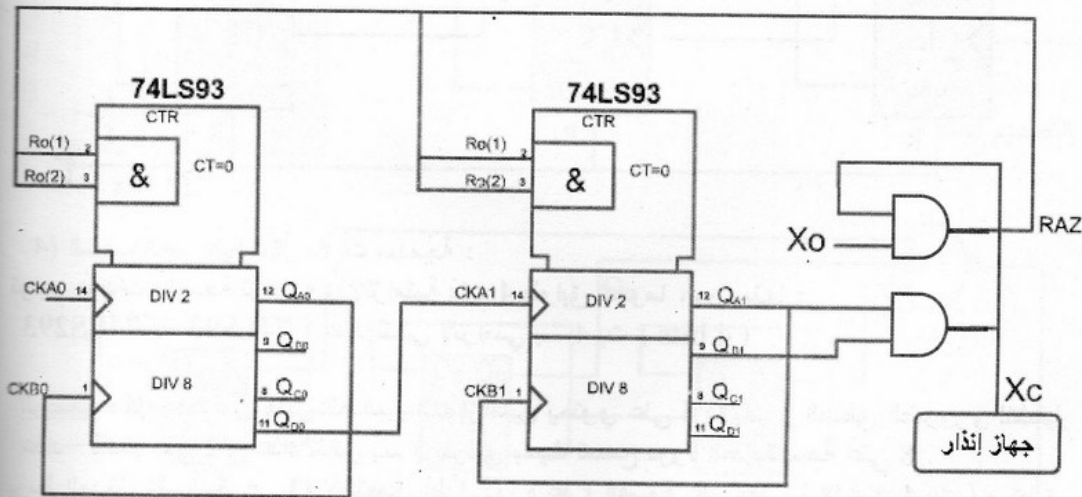
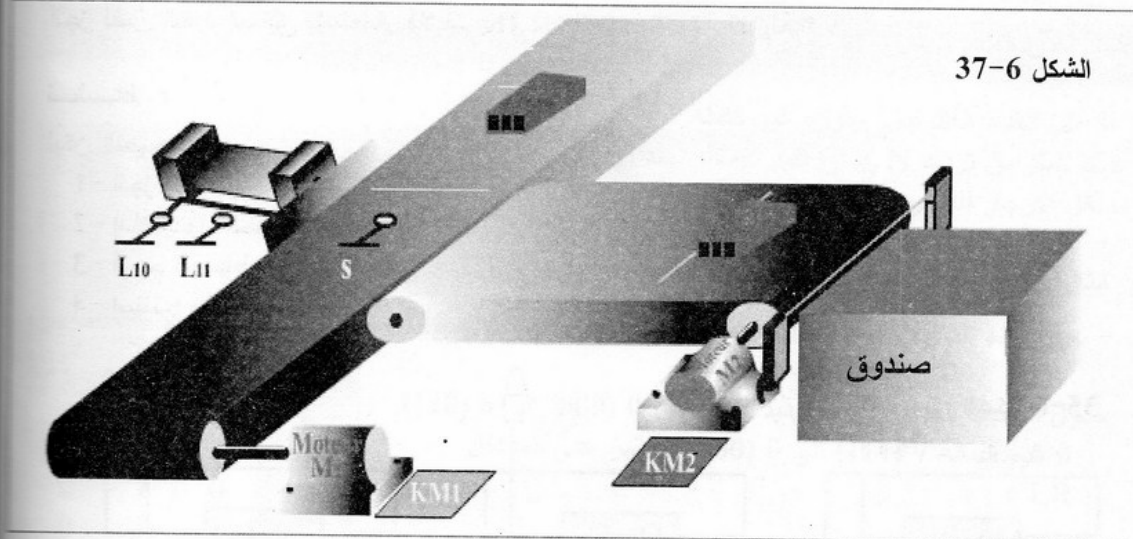




الشكل 6-36

مداخل الإرجاع للصفر (74LS93 أو 74LS293)					
R <sub>0</sub> (1)	R <sub>0</sub> (2)	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
1	1	0	0	0	0

مثال : ليكن النظام التالي : " تعبئة الآجر في صناديق " يوجد في مخرج هذا النظام صندوق التعبئة الذي يتسع لـ 48 قطعة من الآجر . لذا يستعمل نظام العد بعدد مندمج 74LS93 . هذا العداد يوقف نظام العد و ينشط جهاز إنذار X<sub>C</sub> عند ملء الصندوق .



الشكل 6-38

مداخل إشارة التزامن : CKA , CKB  
المخارج : Q<sub>A</sub> , Q<sub>B</sub> , Q<sub>C</sub> , Q<sub>D</sub>  
مداخل الإرجاع للصفر : R<sub>0</sub>(1) , R<sub>0</sub>(2)

### (III) السجلات :

تعتبر السجلات أحد أنواع الدارات المنطقية التعاقبية ، و تستخدم عادة لتخزين المعلومات . و من دراستنا السابقة للقلابات رأينا أنه يمكن تخزين رقم ثنائي مفرد ( bit ) بواسطة قلاب واحد ، ومن ثم يمكن توصيل عدد من القلابات التزامنية معا لبناء ما يعرف بالسجل ، و الذي يستخدم كذاكرة مؤقتة لتخزين المعلومات لفترة زمنية قصيرة .

تميز نوعان من السجلات : - سجلات الإزاحة .  
- سجلات الذاكرة .

(1) تصنيف السجلات : تصنف السجلات حسب :

⇐ اتجاه الإزاحة (يمين أو يسار) .

⇐ نوع الشحن - طريقة دخول المعلومات - ( على التسلسل أو على التفرع )

⇐ طريقة خروج المعلومات ( على التسلسل أو على التفرع ) .

(2) سجلات الإزاحة : (registre à décalage)

سجل الإزاحة هو سجل لتخزين المعلومات تمهيدا لتحريكها أو إزاحتها يمينا أو يسارا .

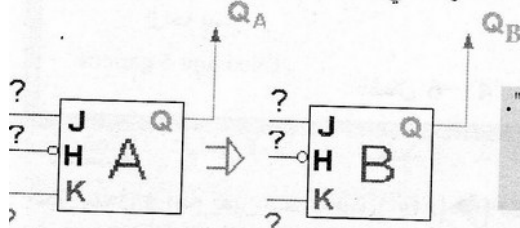
• سجل الإزاحة إلى اليمين : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة إلى اليمين .

• سجل الإزاحة إلى اليسار : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة إلى اليسار .

• سجل الإزاحة الدائرية ( إلى اليمين أو إلى اليسار ) : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة ( إلى اليمين أو إلى اليسار ) و المعلومة المخزنة في القلاب الأخير يعاد تطبيقها في مدخل القلاب الأول .

نشاط :

تريد إنجاز سجل إزاحة إلى اليمين باستعمال قلابين " JK " .  
ما هو الربط الذي يجب تحقيقه بين القلابين للحصول على هذا النوع من السجل ؟



الحل : إزاحة إلى اليمين يعني أن المعلومة الموجودة في القلاب A تنقل إلى القلاب B عند تطبيق النبضة .

$$Q_A = Q_B$$

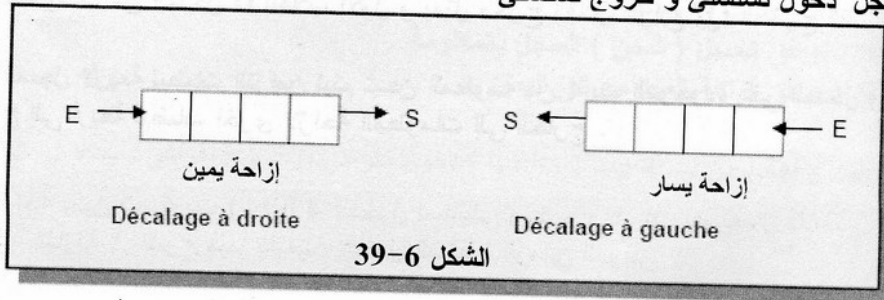
\* إذا كان  $Q_A = 1$  بعد الأمر بالإزاحة :  $Q_B = 1$  ←  $J_B = 1$  و  $K_B = 0$   
\* إذا كان  $Q_A = 0$  بعد الأمر بالإزاحة :  $Q_B = 0$  ←  $J_B = 0$  و  $K_B = 1$

نستنتج أن :  $K_B = \bar{Q}_A$  ،  $J_B = Q_A$

(3) أنواع سجلات الإزاحة : تختلف سجلات الإزاحة حسب كيفية دخول و خروج المعلومات :

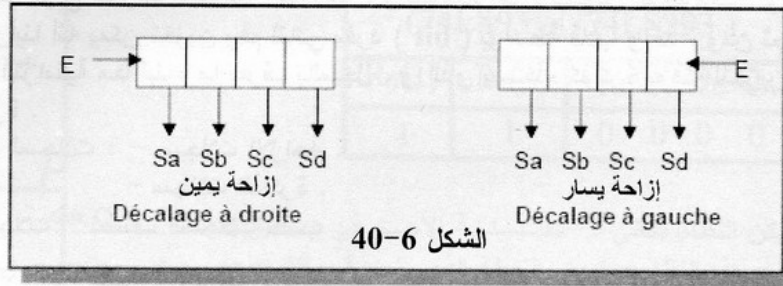
- سجل ذو دخول تسلسلي وخروج تسلسلي
- سجل ذو دخول تفرعي وخروج تسلسلي
- سجل ذو دخول تسلسلي وخروج تفرعي

• سجل "دخول تسلسلي و خروج تسلسلي"

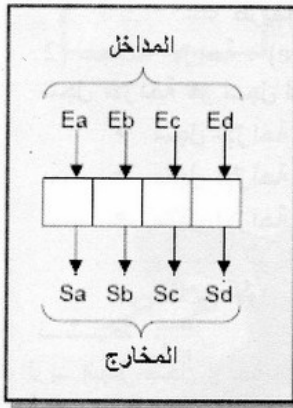


الشكل 39-6

• سجل "دخول تسلسلي و خروج تفرعي"

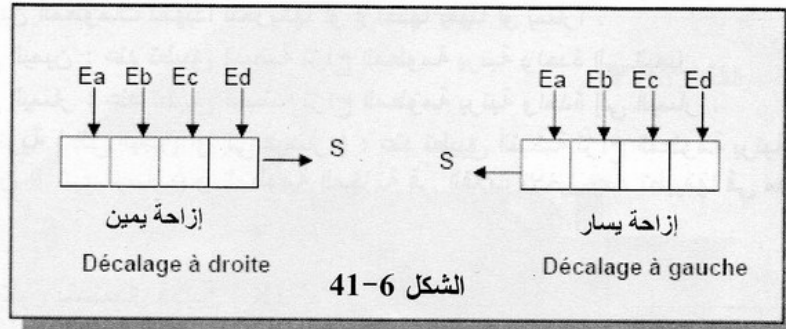


• سجل "دخول تفرعي و خروج تفرعي"



الشكل 42-6

• سجل "دخول تفرعي و خروج تسلسلي"

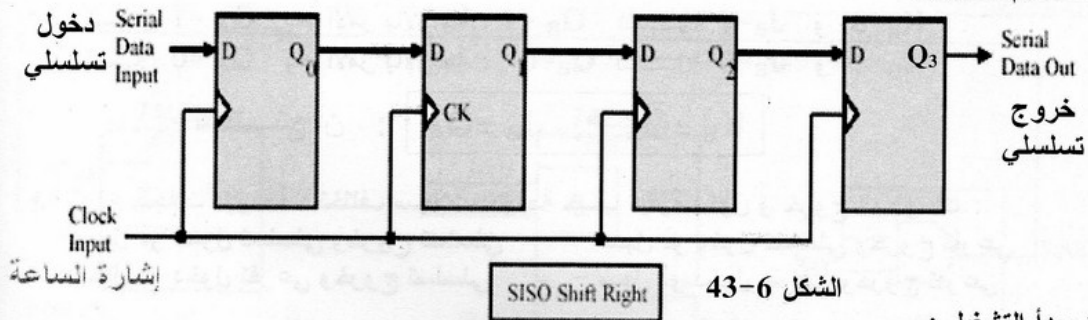


نشاط :

أنجز سجل إزاحة يمين بـ 4 بت ( 4 bits ) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي باستعمال قلابات D تحكم بالجبهة الصاعدة ؟ اشرح مبدأ تشغيله ؟

الحل :

\* تصميم السجل :



\* مبدأ التشغيل :

يتم إدخال المعلومات من المدخل D للقلاب الأول و يمثل مخرج القلاب الرابع  $Q_3$  المخرج التسلسلي للسجل

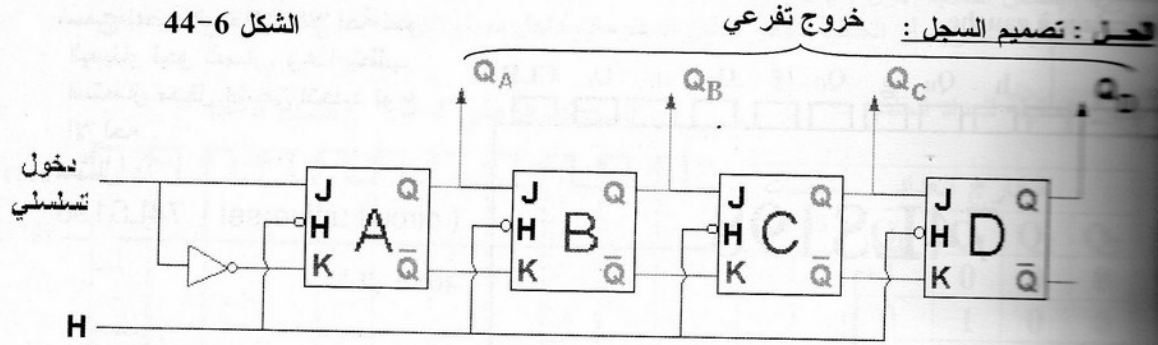
يحتاج هذا السجل لأربعة نبضات التزامن ليتم شحن المعلومة من 4 بت الموجودة على المدخل و من ناحية أخرى يحتاج إلى أربعة نبضات أخرى لإزاحة المعلومات إلى الخارج .

نشاط :

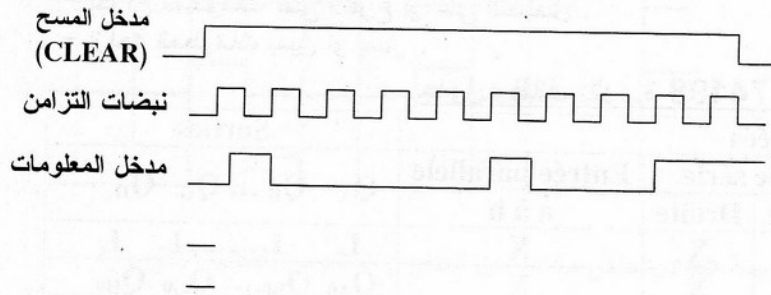
أنجز سجل إزاحة يمين بـ 4 بت ( 4 bits ) دخول تسلسلي و خروج تفرعي باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ؟ اشرح مبدأ تشغيله ؟ أكمل المخطط الزمني الموافق ؟



الشكل 44-6



يتم إدخال المعلومات من المدخل التسلسلي للمعلومات و يحتاج إلى 4 نبضات التزامن لشحنه بالمعلومة ،  
المعلومة المخزنة داخل هذا السجل تكون موجودة على المخرج الأربعة و يحتاج إلى نبضة واحدة لإخراجها  
على تفرع من السجل .

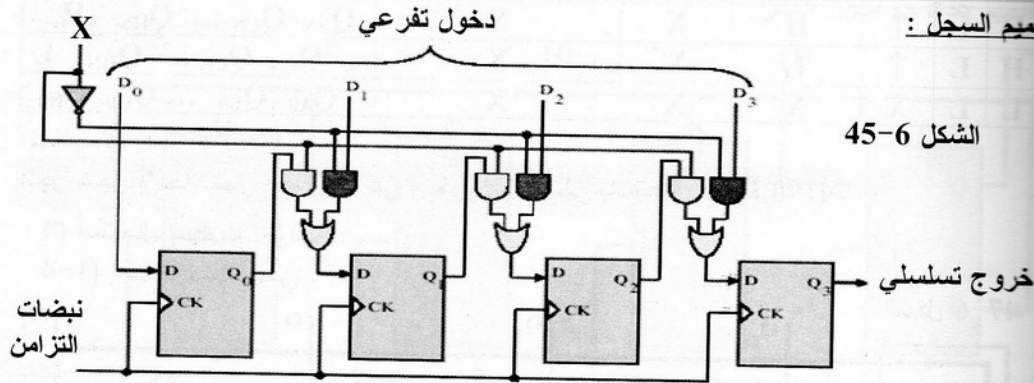


هنا المخطط الزمني  
هل يوافق لهذا السجل ؟

تشاط :

تجز سجل إزاحة يمين بـ 4 بت ( 4 bits ) دخول تفرعي و خروج تسلسلي باستعمال قلابات D تحكم  
بالجبهة الصاعدة ؟ اشرح مبدأ تشغيله ؟

\* تصميم السجل :



\* مبدأ التشغيل :

يحتاج هذا السجل إلى نبضة واحدة لشحنه بالمعلومة ، و يحتاج إلى 4 نبضات لإخراجها على التسلسل .  
لهذا السجل مدخل إضافي X بحيث :

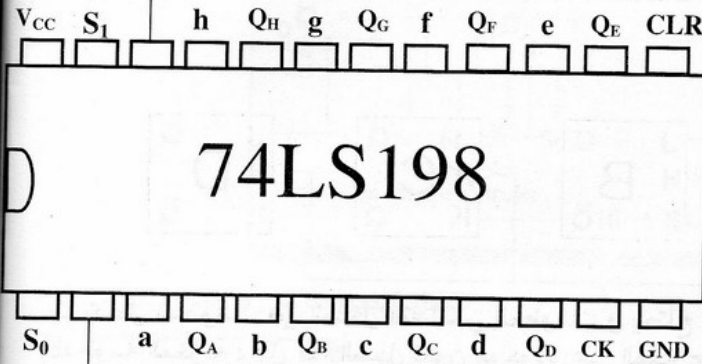
X=0 : يوافق تحميل ( شحن ) السجل بالمعلومة .

X=1 : يوافق إزاحة المعلومة إلى اليمين .

تشاط :

- تجز سجل إزاحة يمين بـ 4 بيت ( 4 bits ) دخول تفرعي و خروج تفرعي باستعمال قلابات JK تحكم  
بالجبهة النازلة ؟  
- اشرح مبدأ تشغيله ؟

Entrée série  
Décalage à gauche



Entrée série  
Décalage à droite

4) السجلات على شكل دارات مدمجة :  
تسمح بعض السجلات بالإزاحة نحو  
اليمين أو نحو اليسار، وهذا يتطلب  
استعمال مدخل إضافي لتحديد نوع  
الإزاحة .

مثال :  
( circuit universel ) 74LS198

الشكل 6-46

لهذه الدارة الخصائص التالية :

- شحن المعلومات على التفرع أو على التسلسل .
- إخراج المعلومات على التفرع أو على التسلسل .
- إزاحة المعلومات يمين أو يسار .

جدول وظائف الدارة 74198 :

Entrées							Sorties			
Clear	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	CK	Entrée série		Entrée parallèle a à h	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub> ...	Q <sub>G</sub>	Q <sub>H</sub>
				Gauche	Droite					
L	X	X	X	X	X	X	L	L ...	L	L
H	X	X	L	X	X	X	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub> ...	Q <sub>G0</sub>	Q <sub>H0</sub>
H	H	H	↑	X	X	a ... h	a	b ...	g	h
H	L	H	↑	X	H	X	H	Q <sub>AN</sub> ...	Q <sub>FN</sub>	Q <sub>GN</sub>
H	L	H	↑	X	L	X	L	Q <sub>AN</sub> ...	Q <sub>FN</sub>	Q <sub>GN</sub>
H	H	L	↑	H	X	X	Q <sub>BN</sub>	Q <sub>CN</sub> ...	Q <sub>HN</sub>	H
H	H	L	↑	L	X	X	Q <sub>BN</sub>	Q <sub>CN</sub> ...	Q <sub>HN</sub>	L
H	L	L	X	X	X	X	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub> ...	Q <sub>G0</sub>	Q <sub>H0</sub>

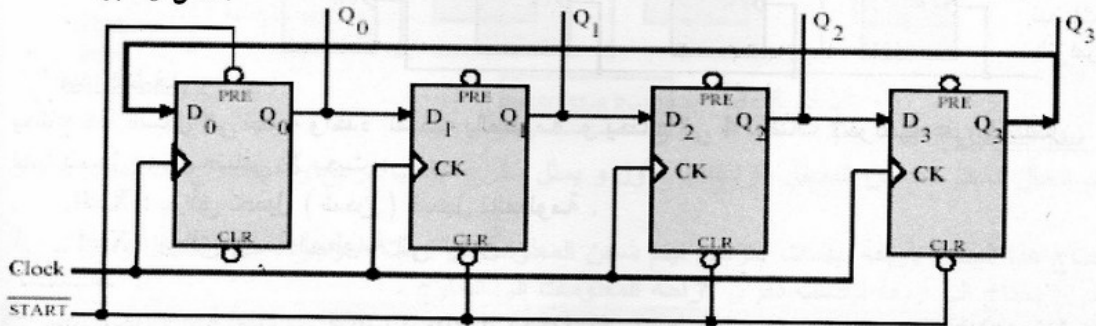
نشاط :

أنجز سجل إزاحة يسار دخول تفرعي و خروج تسلسلي باستعمال الدارة 74198 ؟

4) استعمال سجلات الإزاحة :

1-4) عداد حلقي :

الشكل 6-47

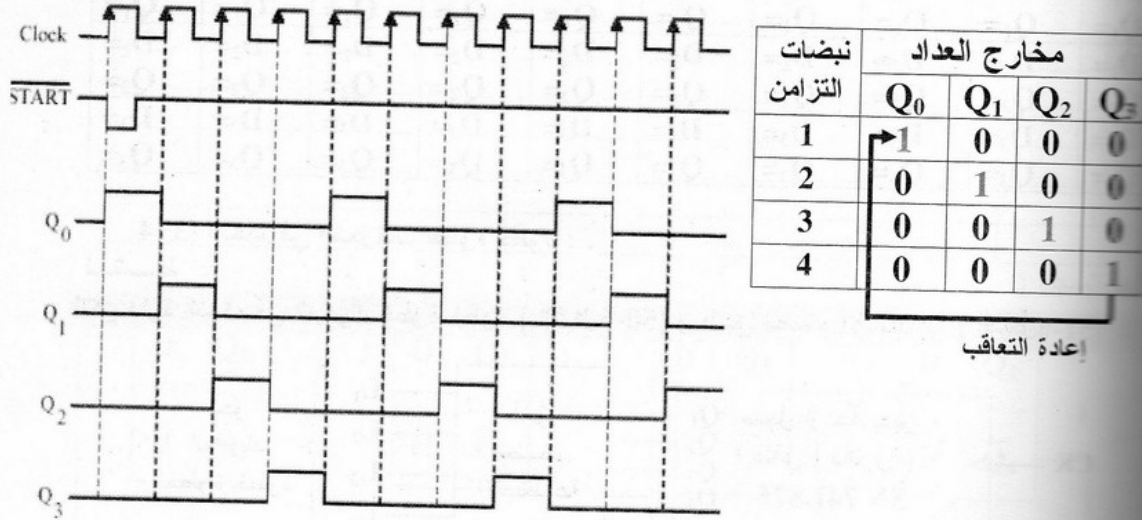


يمثل الشكل كيفية توصيل سجل الإزاحة على شكل عداد حلقي ( دائري ) و ذلك بتوصيل مخرج القلاب الرابع

(  $Q_3$  ) بمدخل القلاب الأول (  $D_0$  ) .  
هذه الخاصية الدائرية أو الحلقية تجعل انتقال المعلومات داخل سجل الإزاحة على شكل دائري أو حلقي .

جول الحقيقة للعداد الحلقي :

المخطط الزمني :



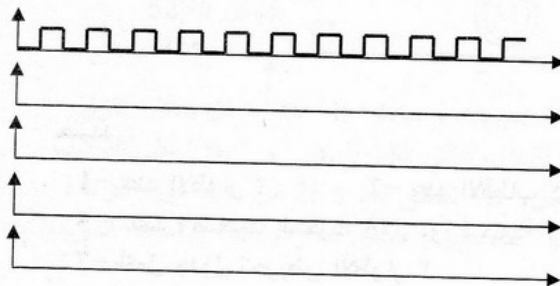
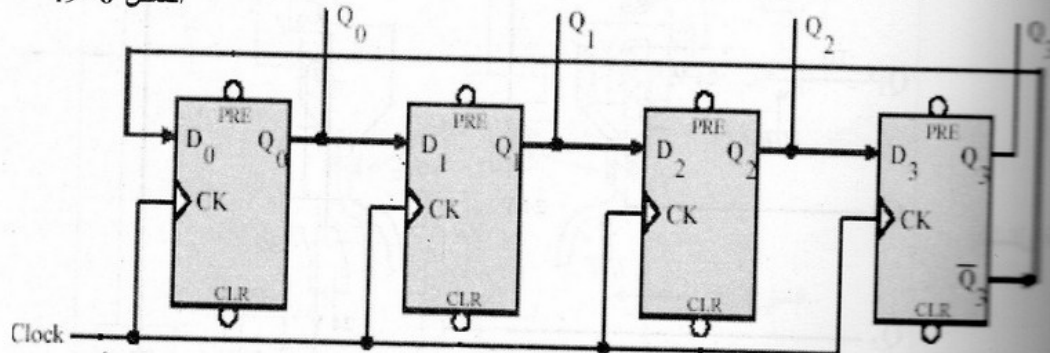
(2-4) عداد جونسون :

يتم بناء عداد جونسون بنفس طريقة العداد الحلقي ما عدا أن المخرج المعكوس للقلاب الأخير  $\overline{Q_3}$  هو الذي يوصل بمدخل القلاب الأول  $D_0$  .

تخطيط :

شكل تصميم عداد جونسون التالي :

الشكل 6-49



- اذكر الجول التالي ؟
- اذكر المخطط الزمني للمخارج  $Q_0, Q_1, Q_2, Q_3$  ؟
- استخرج أن هذا العداد هو عبارة عن سجل ؟
- استخرج نوع شحن و نوع خروج المعلومات ؟
- استخرج نوع الإزاحة ؟

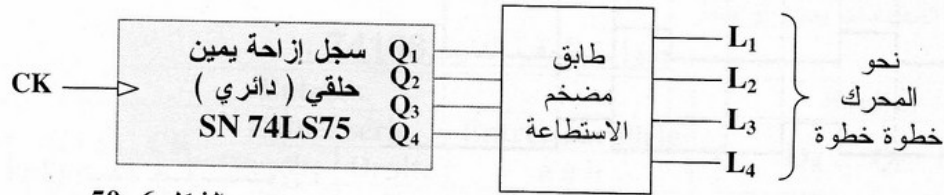


الجبهة 1	الجبهة 2	الجبهة 3	الجبهة 4	الجبهة 5	الجبهة 6	الجبهة 7	الجبهة 8	الجبهة 9
$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$
$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$
$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$
$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$

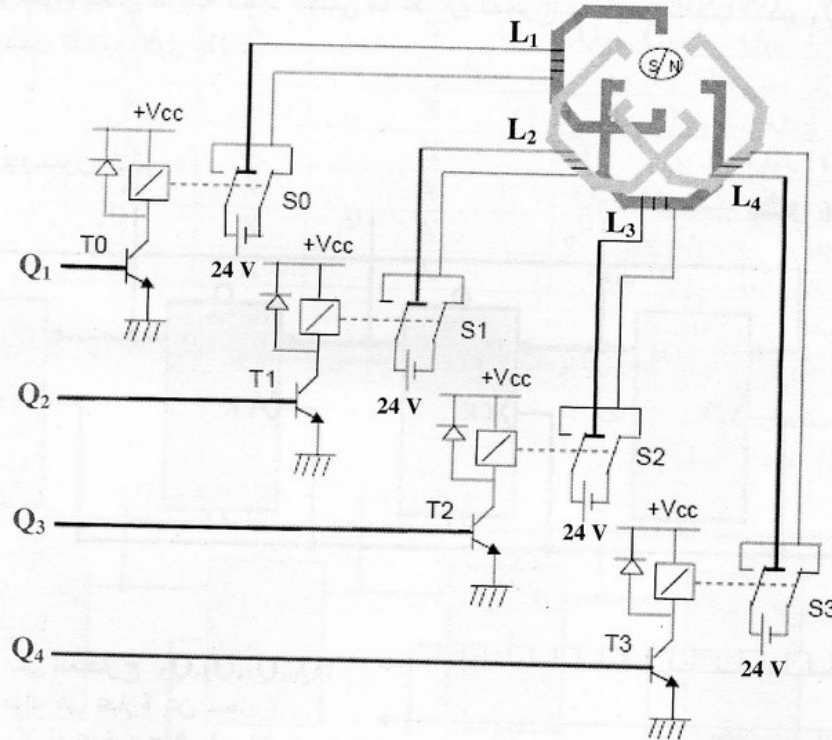
3-4 التحكم في المحركات خطوة خطوة :

نشاط :

لتكن دائرة التحكم في المحرك خطوة خطوة ( الشكل 50-6 ) و طابق مضخم الاستطاعة ( الشكل 51-6 ) :



الشكل 50-6



الشكل 51-6

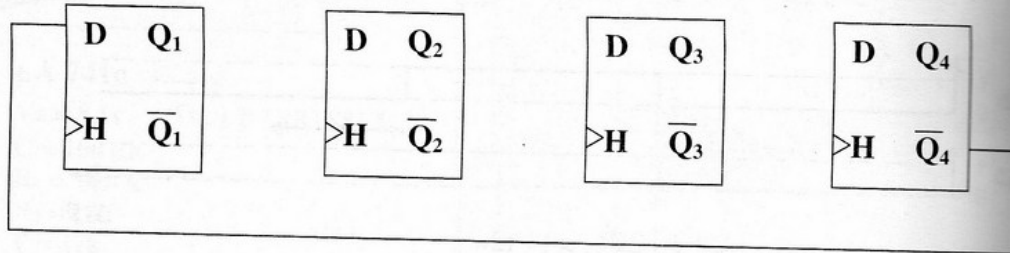
حدد :

- 1- عدد الأطوار ؟
- 2- عدد الأقطاب ؟
- 3- نوع التغذية ؟
- 4- نوع التبديل ؟
- 5- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟
- 6- الخطوة الزاوية  $\alpha$  ؟
- 7- أكمل جدول تحريض الأطوار ؟
- 8- أكمل ربط السجل ؟

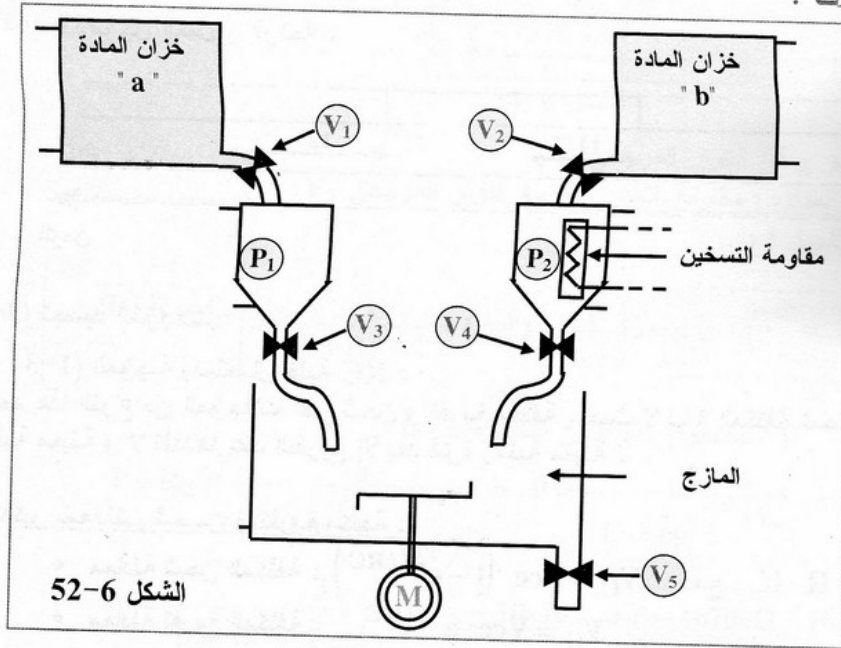
### حول تحريض الأطوار

الخطوة	مخارج السجل				الأطوار المحرصة				حالات المقاحل			
	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
1	0	0	0	0	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	محصور

رابط سجل :



لمؤجلات :



الشكل 52-6

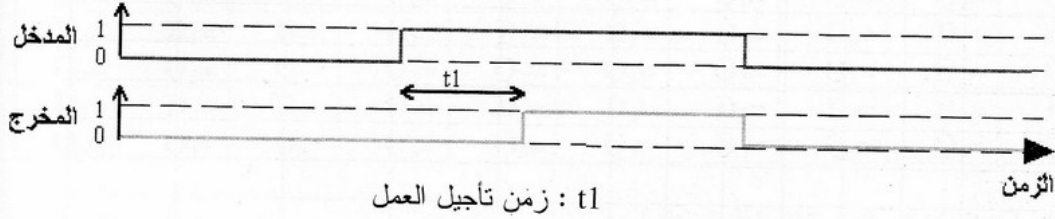
نظام آلي لتصنيع خليط يتكون من مادة "a" على شكل حبيبات و مادة "b" على شكل سائل. تنزل الممتان "a" و "b" في نفس الوقت و بكميات مدروسة داخل وعائي الكيل  $P_1$  و  $P_2$  على الترتيب مع تشغيل نظام التسخين. في الواقع، عملية التسخين للسائل "b" تنطلق بعد 25 s من بداية ملء الوعاء  $P_2$ . نحتاج في هذا النظام لتأجيل محسوب في تنفيذ عملية التسخين و تحقق هذه الوظيفة بواسطة المؤجلات

(1) تعريف : التأجيل هو إجراء تأخر محسوب لتنفيذ عملية ما .

(2) أنواع المؤجلات :

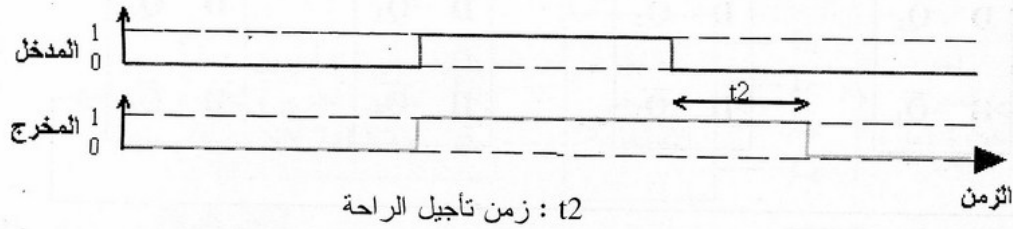
• مؤجل العمل :

تمر إشارة المخرج للمؤجلة إلى " 1 " بعد مدة زمنية  $t_1$  من بداية تطبيق إشارة المدخل .

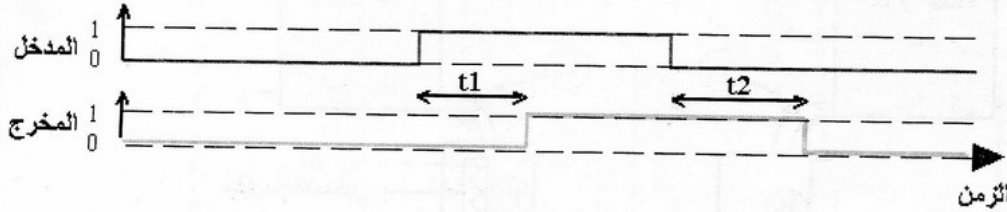


• مؤجل الراحة :

تمر إشارة المخرج للمؤجلة إلى " 0 " بعد مدة زمنية  $t_2$  من نهاية تطبيق إشارة المدخل .



• مؤجل العمل و الراحة :



(3) تجسيد المؤجلات :

1-3 المؤجلة باستعمال خلية RC :

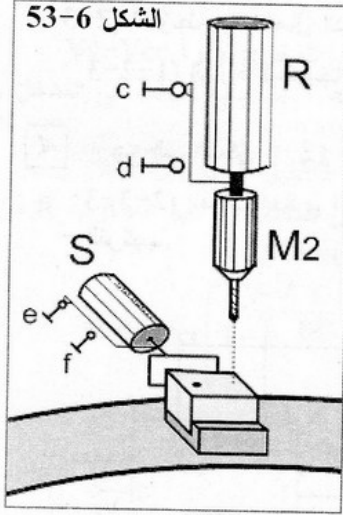
يعتمد هذا النوع من المؤجلات على شحن و تفريغ مكثفة ، حيث لا تبلغ المكثفة شحنتها الكلية إلا بعد فترة زمنية معينة و لا تفقدها عند التفريغ إلا بعد فترة زمنية معينة .

التذكير بمعادلتى شحن و تفريغ مكثفة :

• معادلة شحن المكثفة :  $V_C = V_{CC} \cdot (1 - e^{-t/RC})$  مع  $\tau = R \cdot C$  ( الثابت الزمني )

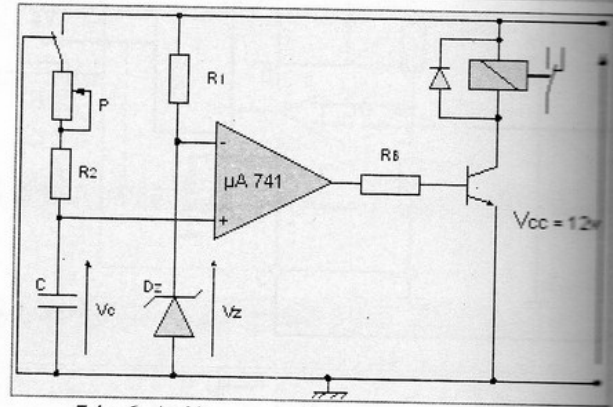
• معادلة تفريغ المكثفة :  $V_C = V_{CC} \cdot e^{-t/RC}$





المضخم:  $\mu A 741c$   
 $V_Z = 8,1v$   $D_Z : BZX83C8V1$   
 $C = 100 \mu F$   
 $R_1 = 0,68k$   
 $R_2 = 10k$   
 $P = 47k$   
 $R_B = 120k$   
 $V_{CC} = 12v$

تصميم تطبيقي :  
 تكون شغلة " الثقب " الممثلة في الشكل 53-6 : عند الضغط على  
 زر نهاية الشوط " d " يحدث تأجيل لمدة "  $t_0$  " الموافقة لزمن الثقب .  
 تحقق وظيفة التأجيل نستعمل دائرة المؤجلة بمضخم عملي التالية  
 الشكل 54-6 :



الشكل 54-6

الحل :

- 1- يمثل توتر زينر  $V_Z$  : التوتر المرجعي
- 2- دور المضخم العملي : مقارنة التوتر  $V_C$  مع التوتر المرجعي  $V_Z$
- 3- عبارة زمن التأجيل  $t$  :

$$V_C = V_{CC} \left( 1 - e^{\frac{-t}{(P+R_2) \cdot C}} \right) \Rightarrow \frac{-t}{(P+R_2) \cdot C} = \text{Log} \left( 1 - \frac{V_C}{V_{CC}} \right) \Rightarrow t = -(P+R_2) \cdot C \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{V_Z}{V_{CC}} \right)$$

- 4- قيمة المقاومة " P " للحصول على زمن التأجيل  $t_0 = 3s$  :

$$P + R_2 = - \frac{t_0}{C \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{V_Z}{V_{CC}} \right)} \Rightarrow P = - \frac{t_0}{C \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{V_Z}{V_{CC}} \right)} - R_2$$

$$P = - \frac{3}{100 \cdot 10^{-6} \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{8,1}{12} \right)} - 10 \cdot 10^3 \Rightarrow P = 16700 \Omega = 16,7K\Omega$$

- 5- حساب أكبر قيمة ممكنة للتأجيل "  $t_{max}$  " :

عندما  $t_0 = t_{max}$   $P = 47K\Omega$

$$t_{max} = -(P + R_2) \cdot C \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{V_Z}{V_{CC}} \right) \Rightarrow t_{max} = -(47 + 10) \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot \text{Log} \left( 1 - \frac{8,1}{12} \right)$$

$$t_{max} = 6,4 s$$

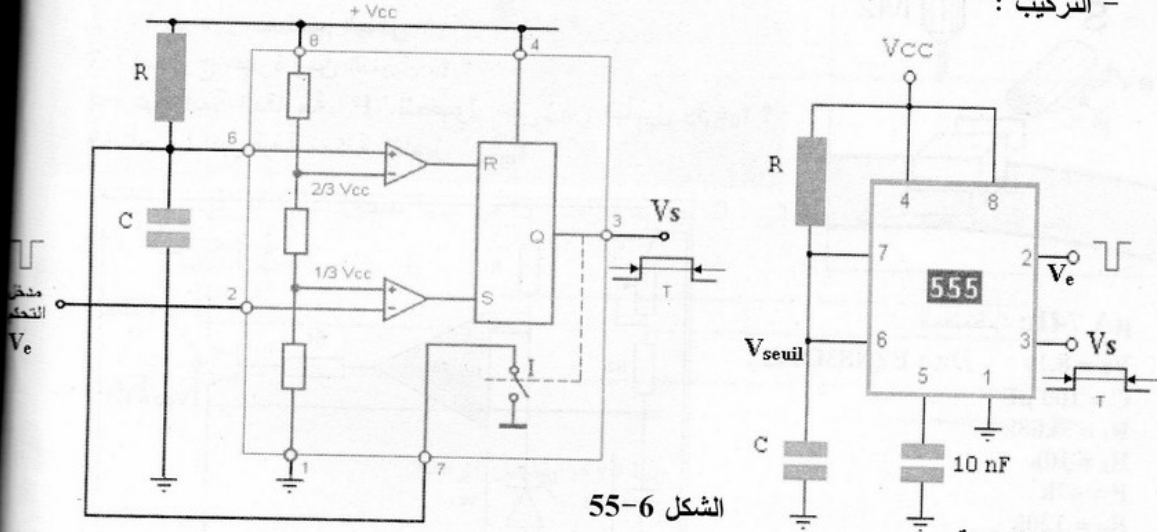
(2-3) المؤجلة باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

(1-2-3) الدارة المندمجة NE555 :

إرجع إلى الشكل 12-6 و 13-6 " إشارة الساعة باستعمال الدارة المندمجة NE555 "

(2-2-3) القلاب أحادي الإستقرار باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

- التركيب :



الشكل 55-6

- جدول الحقيقة :

$V_{seuil}$	$V_{decl}$	R	S	Q	$\bar{Q}$ (مخرج القلاب)	حالة المقفل	حالة المخرج
$> 2/3 V_{CC}$	$< 1/3 V_{CC}$	1	1	1	0	محصور	1
$< 2/3 V_{CC}$	$< 1/3 V_{CC}$	0	1	1	0	محصور	1
$> 2/3 V_{CC}$	$> 1/3 V_{CC}$	1	0	0	1	مار	0
$< 2/3 V_{CC}$	$> 1/3 V_{CC}$	0	0	الحالة السابقة	الحالة السابقة	الحالة السابقة	الحالة السابقة

- مبدأ التشغيل :

نلاحظ :  $V_c = V_{seuil}$

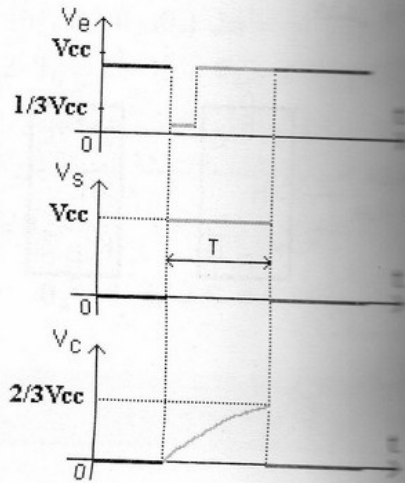
- حالة الراحة للتركيب : توتر الدخول  $V_e > 1/3 V_{cc}$  ، توتر الخروج  $V_s = 0$  و المقفل مار . لا يمكن للمكثفة C أن تشحن ،  $V_c = V_{seuil} = 0V$  و يبقى التركيب على هذه الحالة المستقرة .

- عند تطبيق نبضة  $(V_e < 1/3 V_{cc})$  : يمر المخرج إلى الأعلى و يصبح المقفل محصورا . تبدأ المكثفة C في التشحن عبر المقاومة R تحت توتر  $V_{cc}$  حسب العلاقة :

$$V_c = V_{CC}(1 - e^{-t/RC})$$

عندما يمر  $V_e$  إلى الأعلى  $(V_e > 1/3 V_{cc})$  تستمر المكثفة في التشحن مادام  $V_{seuil} < 2/3 V_{cc}$  . لما يصل  $V_{seuil}$  إلى  $2/3 V_{cc}$  ، يمر المخرج إلى الأسفل و يصبح المقفل مارا ، تبدأ المكثفة في التفريغ عبر المقفل و يمر  $V_{seuil}$  إلى  $0V$  . يمر التركيب إلى الحالة الابتدائية و تتكرر الدورة عند تطبيق نبضة موالية.

- الساعات الزمنية :



الشكل 56-6

- الحصيلة :

يوفر التركيب في المخرج توترا  $V_S = V_{CC}$  خلال مدة زمنية  $T$  إستجابة لنبضة في المدخل .

- حساب زمن التأجيل  $T$  :

$T$  : زمن شحن المكثفة  $C$  عبر المقاومة  $R$  من  $0V$  إلى  $2/3 V_{CC}$  .

$$V_C = V_{CC} \left( 1 - e^{-\frac{T}{RC}} \right) = \frac{2}{3} V_{CC} \Rightarrow$$

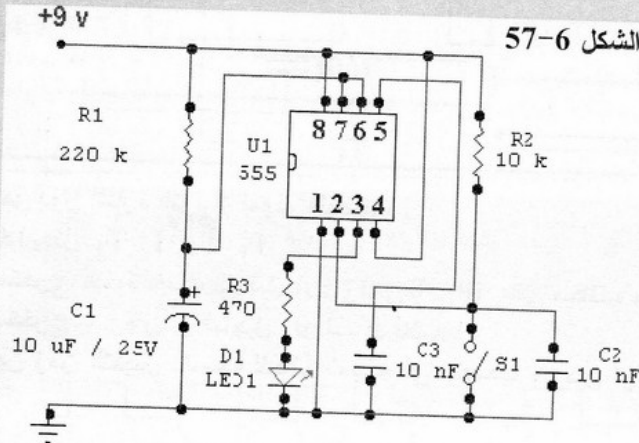
$$V_{CC} - (V_{CC} - 0) \cdot e^{-\frac{T}{RC}} = \frac{2}{3} V_{CC}$$

نجد :  $T = RC \cdot \log 3$

ملحظة : زمن التأجيل  $T$  مستقل عن التوتر  $V_{CC}$  و مدة النبضة .

تخطيط :

S1 يقوم بإعتاق إشارة المخرج فيتوهج الثنائي الضوئي D1 مدة زمنية محددة  $\theta$  .

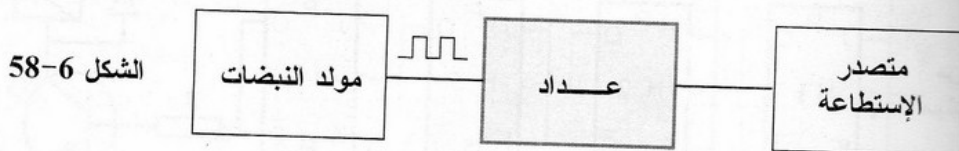


الشكل 57-6

- 1- ما هي العناصر التي تحدد الزمن  $\theta$  ؟
- 2- أصب هذا الزمن ؟

3-3 المؤجلة بعداد :

يمكن للعداد أن ينجز وظيفة التأجيل وفق المخطط التالي :



الشكل 58-6

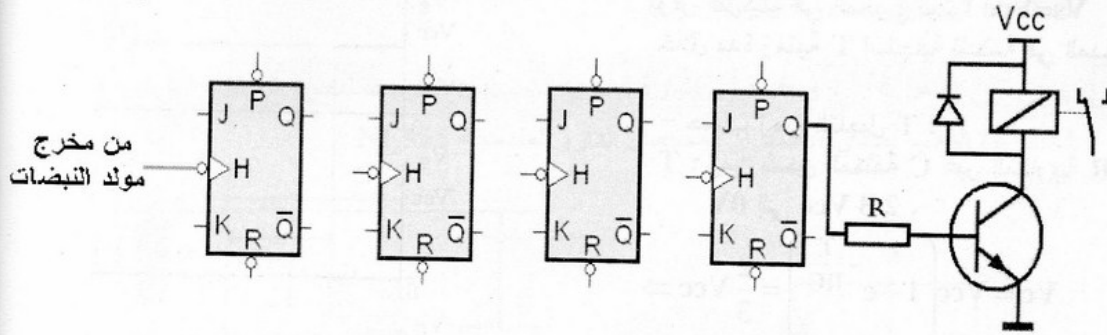
يكون العداد متزامنا أو غير متزامنا و تصاعديا أو تنازليا .

3-3-1 (1-3-3) المؤجلة بعداد تصاعدي :

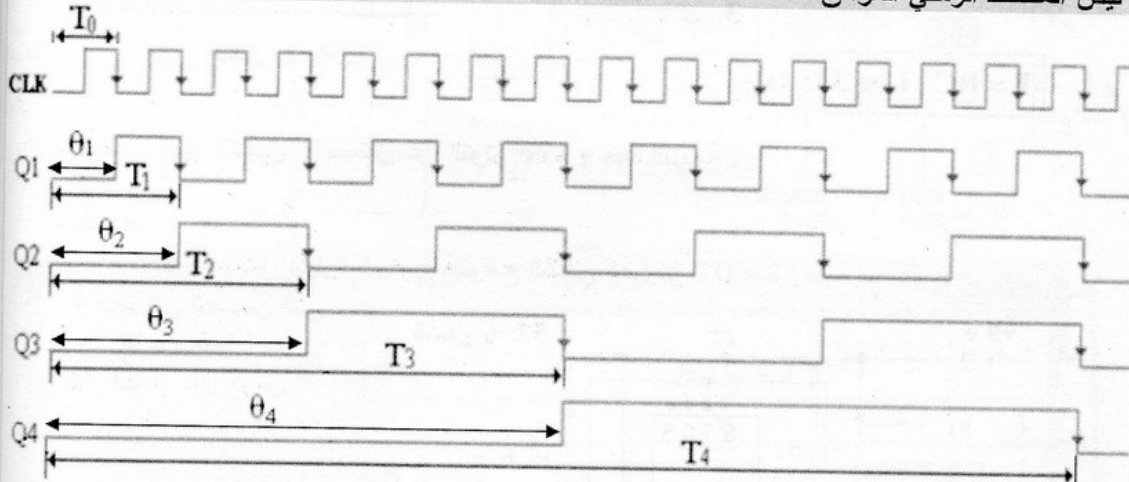


تمرين تطبيقي : ليكن التصميم التالي :

الشكل 6-59.



1- أكمل مخطط العداد اللاتزامني ؟  
ليكن المخطط الزمني الموافق :



$T_0$  : هو دور إشارة التزامن لمولد النبضات .

2- ماذا يمثل  $T_1, T_2, T_3, T_4$  ؟

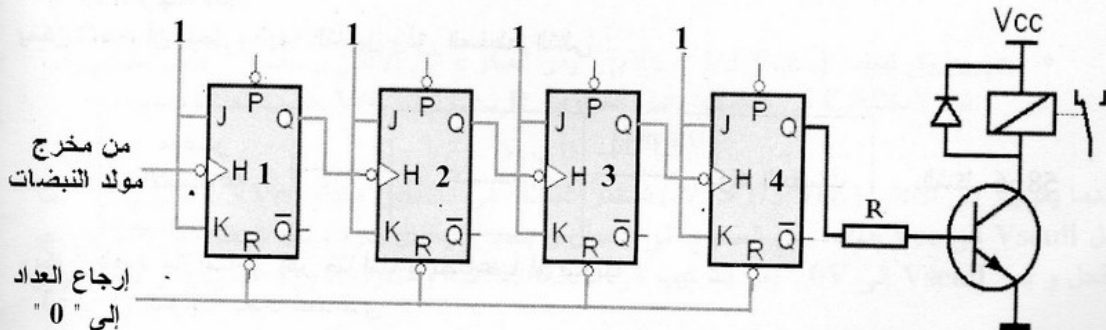
3- استخرج عبارة أزمنة التأجيل  $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4)$  على مختلف مخارج القلابات بدلالة  $T_0$  ؟

4- استخرج عبارة زمن التأجيل  $\theta_n$  لـ  $n$  قلاب ؟

5- عين زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم إذا كان تواتر التوقيتية  $f_0 = 2\text{Hz}$  ؟

الحل :

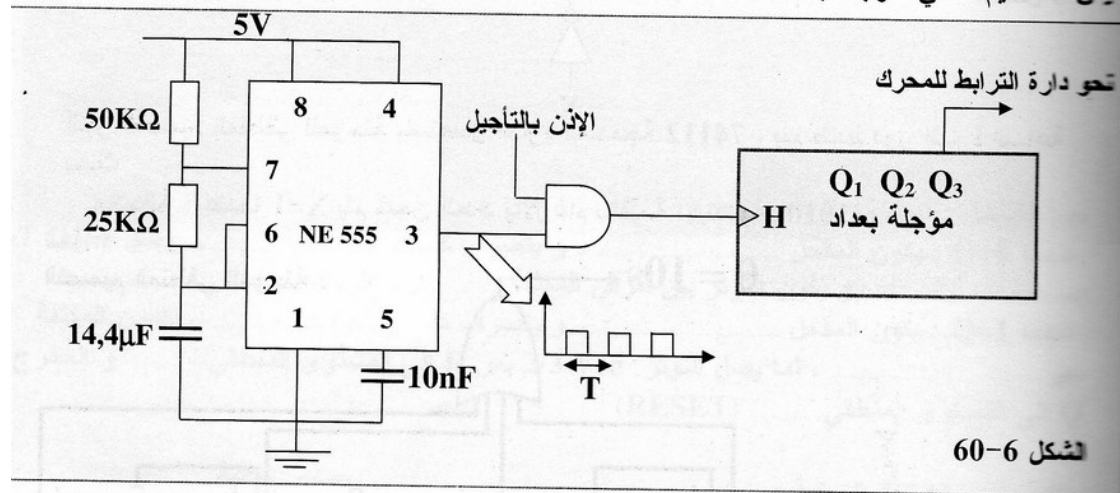
1- مخطط العداد :



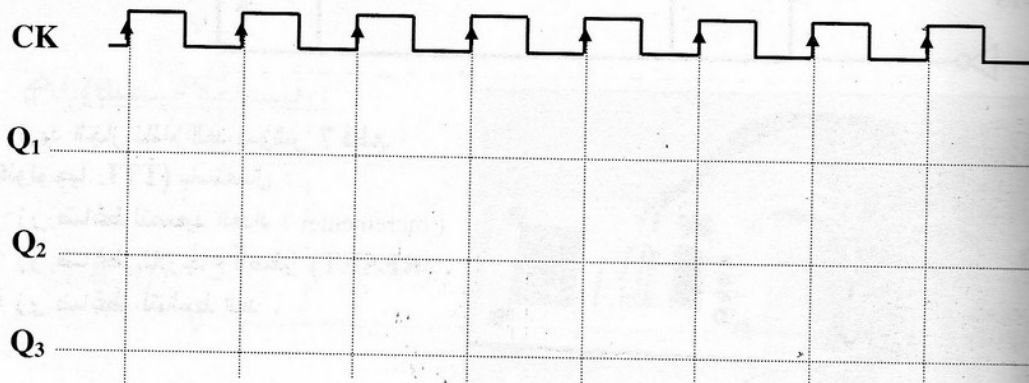
- 2-  $T_1, T_2, T_3, T_4$  : هي أدوار كل من (Q1, Q2, Q3, Q4) على الترتيب .
- 3- عبارة أزمنة التأجيل ( $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ ) بدلالة  $T_0$  :
- $\theta_4 = 8 \cdot T_0 = 2^3 \cdot T_0$  ،  $\theta_3 = 4 \cdot T_0 = 2^2 \cdot T_0$  ،  $\theta_2 = 2 \cdot T_0 = 2^1 \cdot T_0$  ،  $\theta_1 = 1 \cdot T_0 = 2^0 \cdot T_0$
- 4- عبارة زمن التأجيل  $\theta_n$  لـ  $n$  قلاب :  $\theta_n = 2^{n-1} \cdot T_0$
- 5- زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم :
- تواتر التوقيئية  $f_0 = 2\text{Hz}$   $\Leftarrow T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{2} = 0,5\text{s}$
- $\theta_4 = 4\text{s}$   $\theta_4 = 8 \cdot T_0 = 8 \cdot 0,5 = 4\text{s}$

تشاط :

ليكن التصميم التالي لمؤجلة بعدد :



- 1- أكمل المخطط الزمني التالي الموافق للمؤجلة باستعمال الدارة المندمجة 7476 ؟
- 2- باستعمال المخطط الزمني أوجد زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم ؟
- 3- أرسم التصميم المنطقي للمؤجلة ؟



### 2-3-3) المؤجلة بعدد تنازلي :

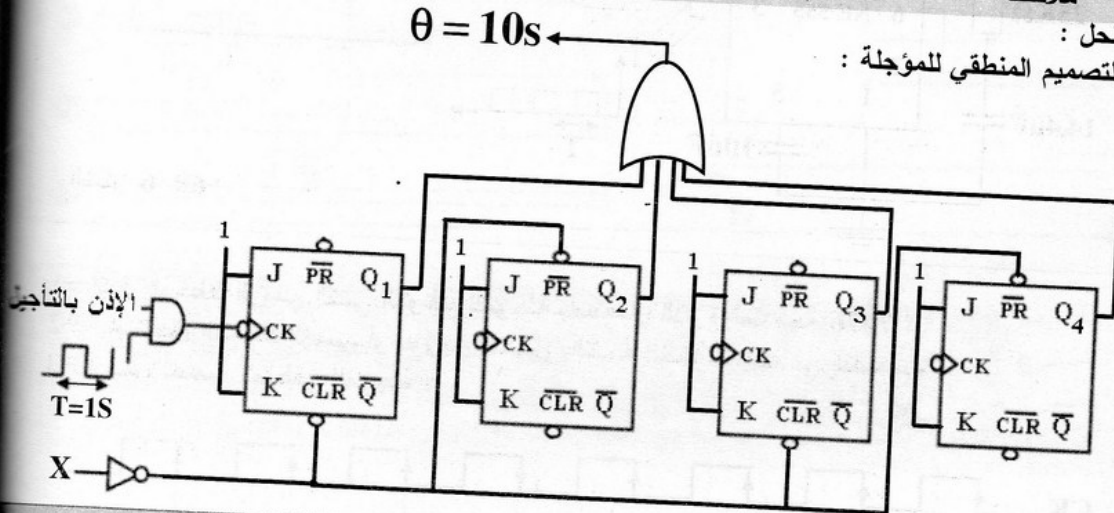
تمرين تطبيقي :  
ليكن النظام الآلي " لتصنيع خليط " المتمثل في الشكل 54-6 . بعد إنزال المادتين " a " و " b " في المازج ، يتم خلطهما لمدة  $\theta = 10s$  . لذلك نستعمل مؤجلة بعدد لاتزامني تنازلي المتمثلة في التصميم التالي :



أنجز التصميم المنطقي للمؤجلة باستعمال الدارة المدمجة 74112 ، يتم ضبط دور إشارة الساعة بحيث :  
ملاحظة : عندما  $X=1$  يتم شحن العداد بالإرغام بالقيمة الابتدائية (1010).

الحل :

التصميم المنطقي للمؤجلة :



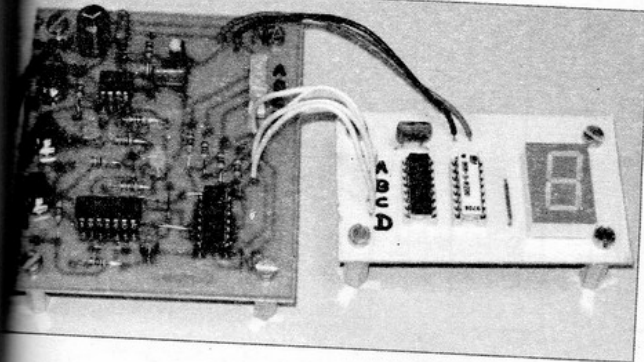
### وضعية إدماجية :

نريد إنجاز نظام العد بمؤشر 7 قطع

(تكنولوجيا TTL) باستعمال :

- زر ضاغط لتصعيد العداد (incrémenter)
- زر ضاغط للإرجاع للصفر (RESET)
- زر ضاغط لتنشيط العد .

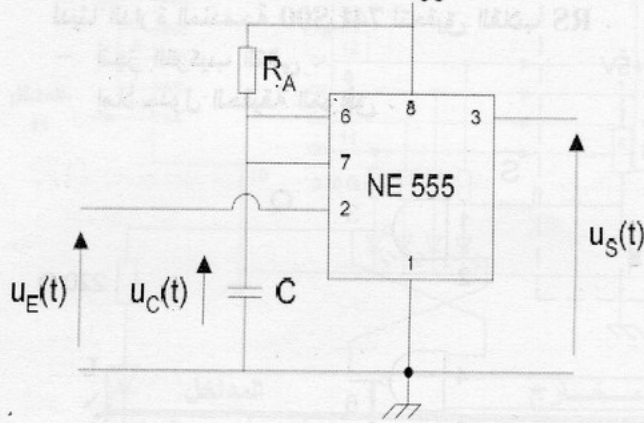
(I) الدراسة النظرية :



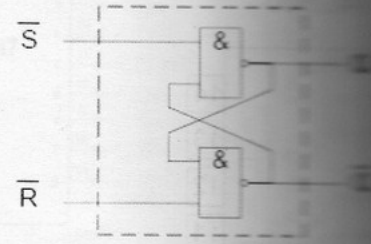


## ٢- دائرة القلاب أحادي الإستقرار :

تستعمل الدارة NE 555 كقلاب " أحادي الإستقرار " ( دائرة المؤجلة ) . نبضة في المدخل تعطي تأجيل مدته  $T$  في المخرج  $+V_{CC}$  .



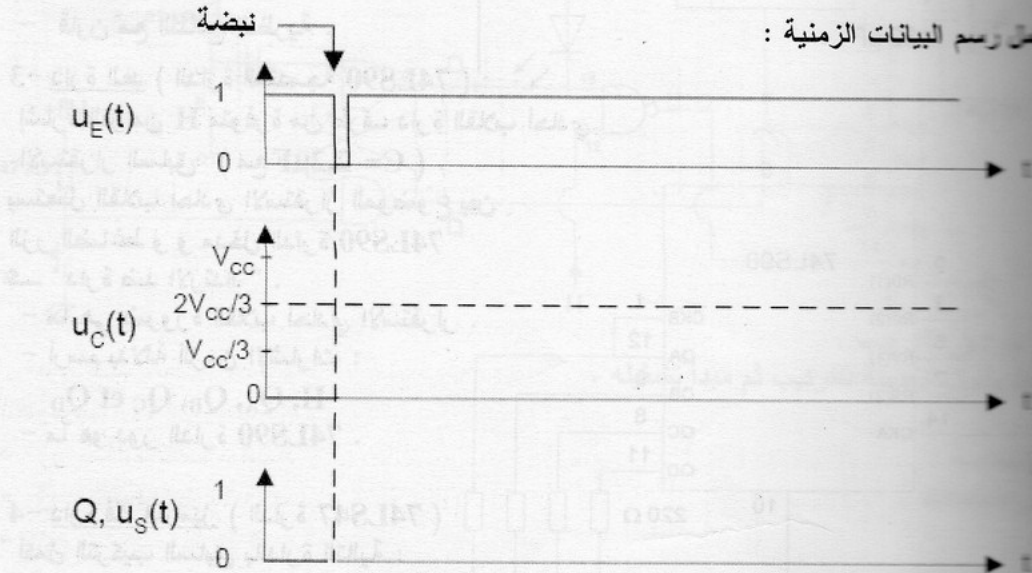
رسم التمثيل جدول الحقيقة للقلاب التالي :



التفعيل : أكمل ما يلي :

- عندما  $Q=0$  : يكون المقفل ..... و يتصرف كـ ..... ، يوصل الطرف 7
- و يكون التوتر بين طرفي المكثفة .....
- عندما  $Q=1$  : يكون المقفل ..... و يتصرف كـ ..... ، تشحن المكثفة
- عندما ..... ، لما يصل التوتر  $2/3 V_{CC}$  يمر R إلى المستوى المنطقي " ..... " و المخرج
- Q إلى المستوى المنطقي " ..... " (RESET)

أكمل رسم البيانات الزمنية :

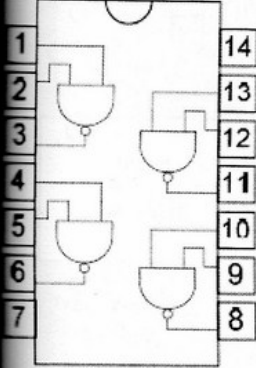


زمن التأجيل :

• ما هي العناصر التي تضبط زمن التأجيل "  $T$  "

- إستخرج عبارة زمن التأجيل " T "

74LS00

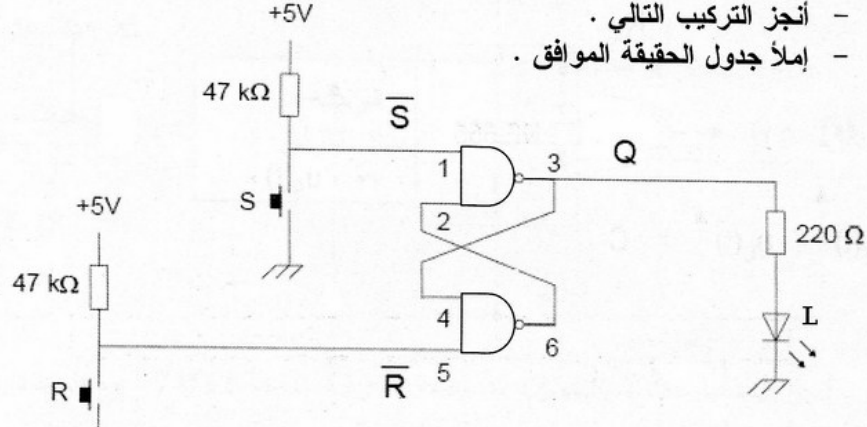


(II) الدراسة التطبيقية :

1- القلاب RS :

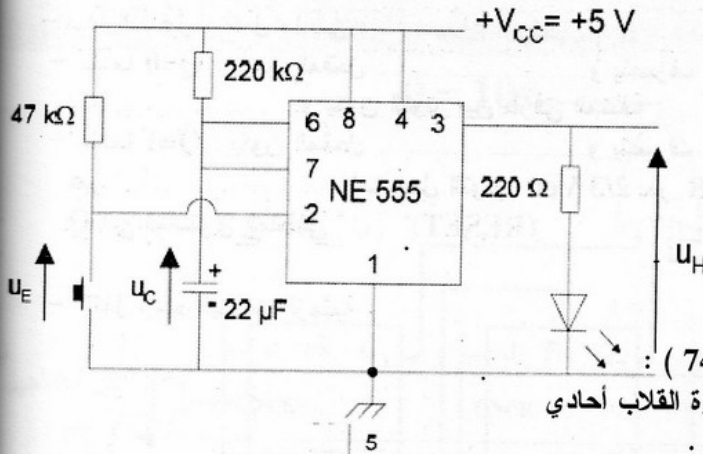
لدينا الدارة المندمجة 74LS00 لتحقيق القلاب RS .

- أنجز التركيب التالي .
- إملأ جدول الحقيقة الموافق .



2- دائرة القلاب أحادي الاستقرار :

- أنجز التركيب التالي .
- ما هو دور الزر الضاغط .
- أظهر على جهاز راسم الاهتزاز الإشارات  $u_H$  و  $u_C$  ثم  $u_E$  .
- أرسم الإشارات .
- قس زمن التأجيل .
- قارن مع النتائج النظرية .



3- دائرة العد ( الدارة المندمجة 74LS90 ) :

إشارة التزامن H متوفرة من طرف دائرة القلاب أحادي الاستقرار السابق ( مع  $C = 2,2 \mu F$  ) .

يستعمل القلاب أحادي الاستقرار الموضوع بين

الزر الضاغط و و مدخل الدارة 74LS90

كـ " دائرة ضد الارتداد " .

- ما هي ضرورة القلاب أحادي الاستقرار .

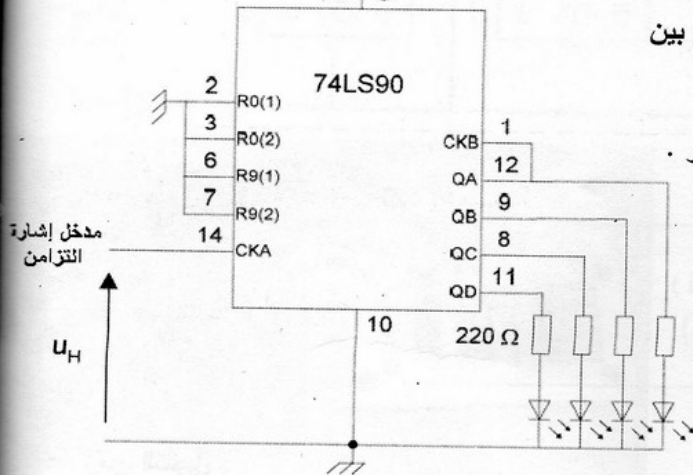
- أرسم بدلالة الزمن الإشارات :

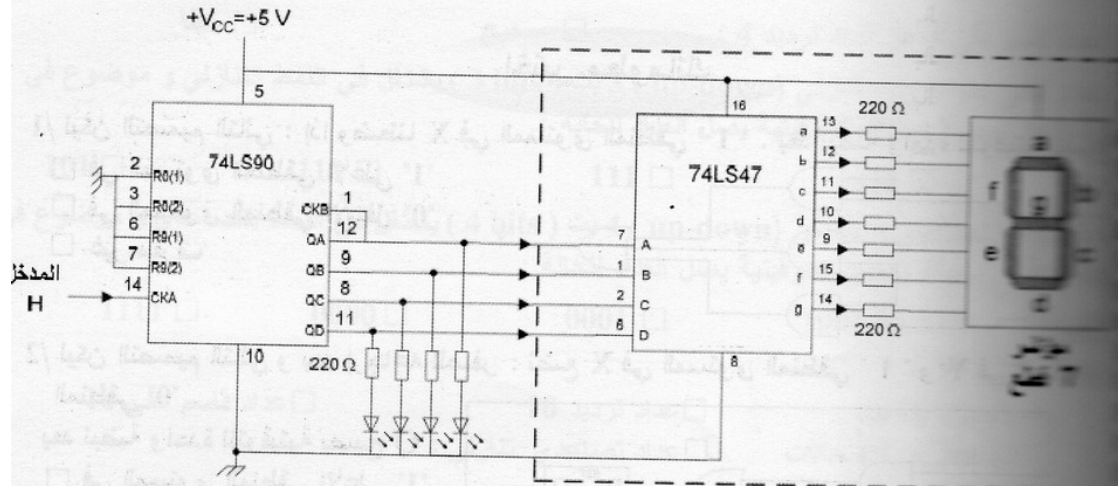
$H, Q_A, Q_B, Q_C$  et  $Q_D$

- ما هو دور الدارة 74LS90

4- دائرة فك الترميز ( الدارة 74LS47 )

أكمل التركيب السابق بالدائرة التالية :





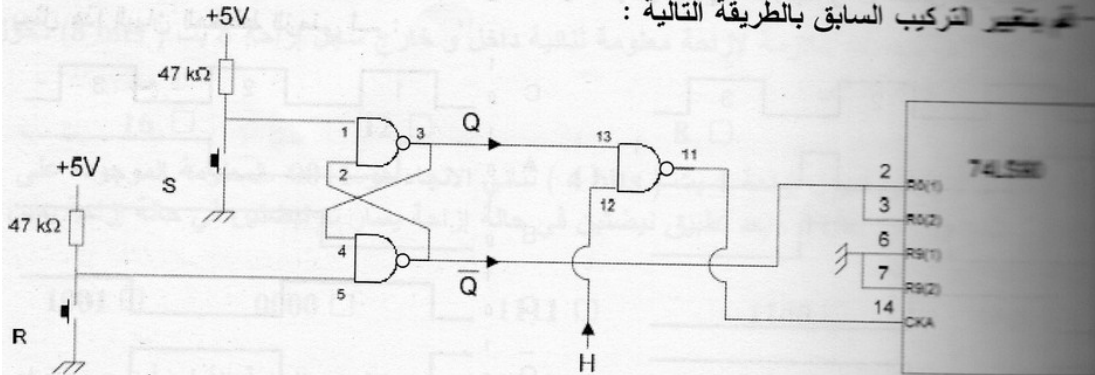
أعط جدول الحقيقة التالي للدارة 74LS47 :

المدخلات				المخارج							الشارة المؤشر
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	

أعط جدول الحقيقة للدارة 74LS47 .

أعط جدول الحقيقة للإرجاع إلى الصفر :

أعط جدول التركيب السابق بالطريقة التالية :



أعط جدول التركيب .

أعط جدول الحقيقة للتركيب ثم مبدأ تشغيله .

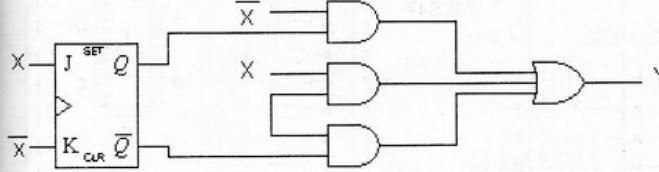
الخلاصة :

أعط خلاصتك .



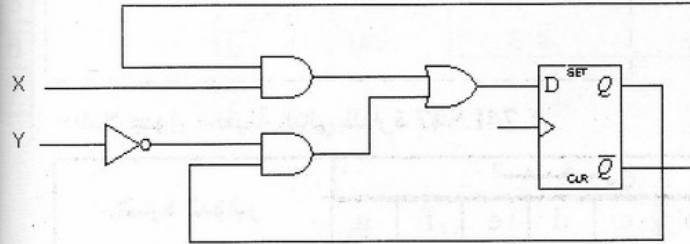
## اختبر معلوماتك

1/ ليكن التصميم التالي : إذا وضعنا X في المستوى المنطقي "1" . بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Y :



- ☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"  
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"  
☐ غير معرف

2/ ليكن التصميم التالي و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي "1" و Y في المستوى المنطقي "0" .

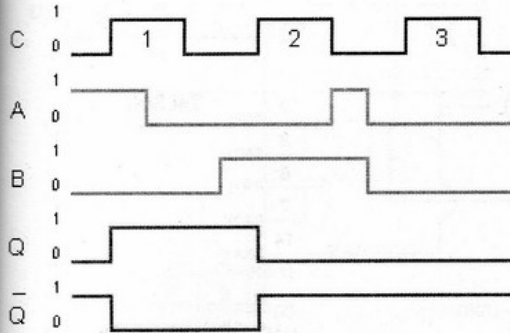


- بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Q :  
☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"  
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"  
☐ غير معرف

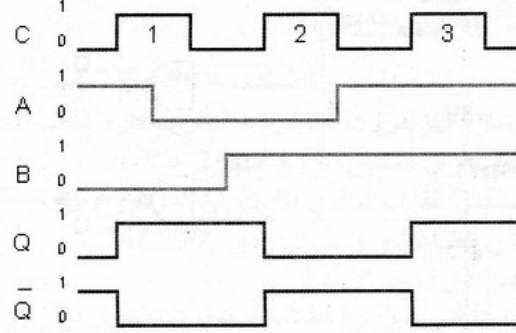
3/ نعتبر التركيب السابق و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي "0" و Y في المستوى المنطقي "1" . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصبح Q :

- ☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"  
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"  
☐ غير معرف

4/ نعتبر المخططين التاليين بحيث A, B يمثلان مداخل قلاب و Q, Q-bar مخرجه و C مدخل التوقيتية . يمثل هذا البيان المخطط الزمني لـ :

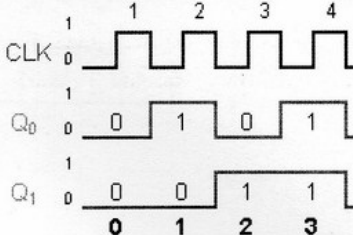


- ☐ قلاب RS بالجبهة الصاعدة  
☐ قلاب JK بالجبهة الصاعدة  
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة  
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة



- ☐ قلاب RS بالجبهة الصاعدة  
☐ قلاب JK بالجبهة الصاعدة  
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة  
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة

5/ يمثل هذا البيان المخطط الزمني لعدد تردد 2 بحيث :  
 Q<sub>0</sub> هو المخرج LSB و Q<sub>1</sub> المخرج MSB  
 و CLK مدخل التوقيتية .



- ☐ خطأ ☐ صحيح

خطأ ☐

صحيح ☐

10/ عدد قاسم على 4 هو عدد ترديد 4 :

11/ عدد ثنائي تصاعدي - تنازلي (up-down) 3 بت (3 bits) يشغل في النمط التنازلي و موضوع في الحالة 1000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

101 ☐

110 ☐

111 ☐

011 ☐

12/ عدد ثنائي تصاعدي - تنازلي (up-down) 4 بت (4 bits) يشغل في النمط التصاعدي و موضوع في الحالة 1100 . بعد 4 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

1111 ☐

0000 ☐

0001 ☐

1001 ☐

13/ عدد عشري هو :

14/ عدد قاسم على 10 ☐

عدد ترديد 10 ☐

عدد 10 بت ☐

عدد تصاعدي-تنازلي ☐

عدد بـ 10 حالات ☐

15/ الحالة الحالية لعداد عشري هي 1000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية تصبح حالة العداد :

0001 ☐

1011 ☐

1010 ☐

1001 ☐

1000 ☐

16/ المخرج لسجل إزاحة يمين 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي مربوط بمدخله . يحمل السجل المعلومة الثنائية 11000011 ، بعد 4 نبضات لإشارة التزامن يصبح محتواه :

11110000 ☐

00001111 ☐

00111100 ☐

00001100 ☐

11000011 ☐

17/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي :

16 ☐

12 ☐

8 ☐

4 ☐

18/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تفرعي :

16 ☐

12 ☐

8 ☐

4 ☐

19/ المحتوى الابتدائي لسجل إزاحة 4 بت (4 bits) ثنائي الاتجاه هو 0011 . المعلومة الموجودة على المدخل التسلسلي هي 1100 ، بعد تطبيق نبضتين في حالة إزاحة يسار ثم نبضتين في حالة إزاحة يمين يصبح محتوى السجل :

1001 ☐

0000 ☐

1111 ☐

1100 ☐

0011 ☐

20/ محتوى عداد جونسون 8 بت (8 bits) هو 11000000 ، بعد تطبيق النبضة الأولى أصبح محتواه 11100000 . ما هو عدد النبضات اللازمة حتى يصبح محتواه 00000011 :

6 ☐

5 ☐

4 ☐

3 ☐

2 ☐

21/ يمثل التصميم التالي عداد جونسون 4 بت (4 bits) :

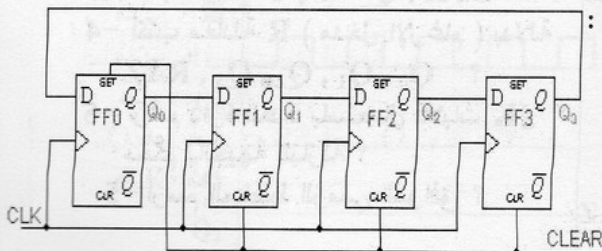
خطأ ☐

صحيح ☐

22/ يمكن استعمال سجل إزاحة دخول تسلسلي - خروج تفرعي كسجل إزاحة دخول تسلسلي - خروج تسلسلي و ذلك بأخذ المخرج التسلسلي من القلاب LSB .

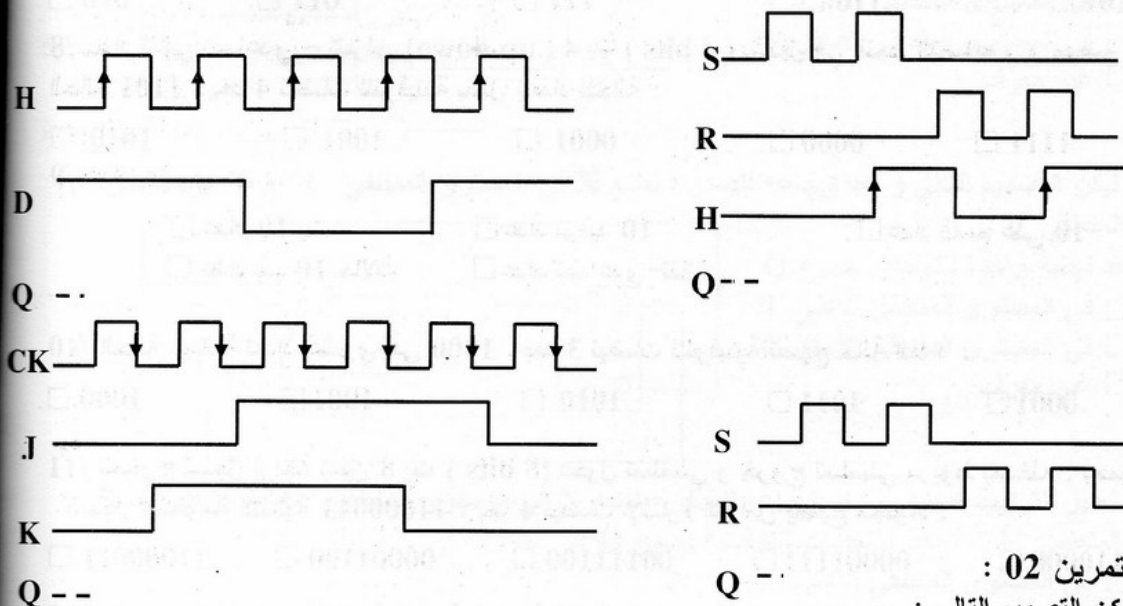
خطأ ☐

صحيح ☐



## تمارين

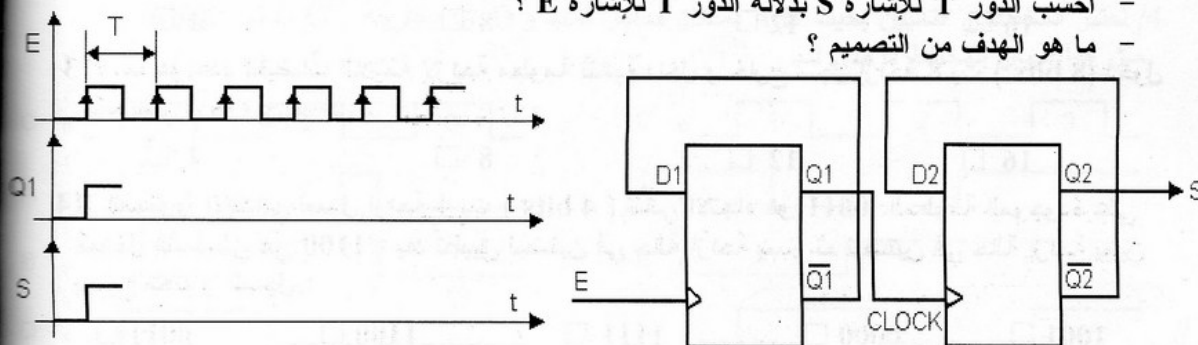
تمرين 01 : أرسم المخرج ( Q ) للقلابات التالية :



تمرین 02 :

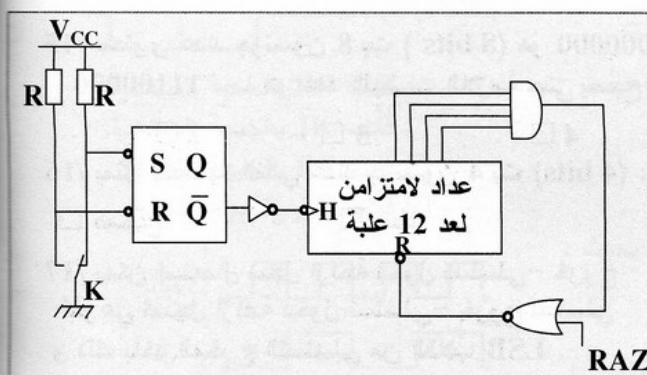
ليكن التصميم التالي :

- أكمل المخطط الزمني للمخارج  $Q_1$  و  $S$  ؟
- أحسب الدور  $T'$  للإشارة  $S$  بدلالة الدور  $T$  للإشارة  $E$  ؟
- ما هو الهدف من التصميم ؟

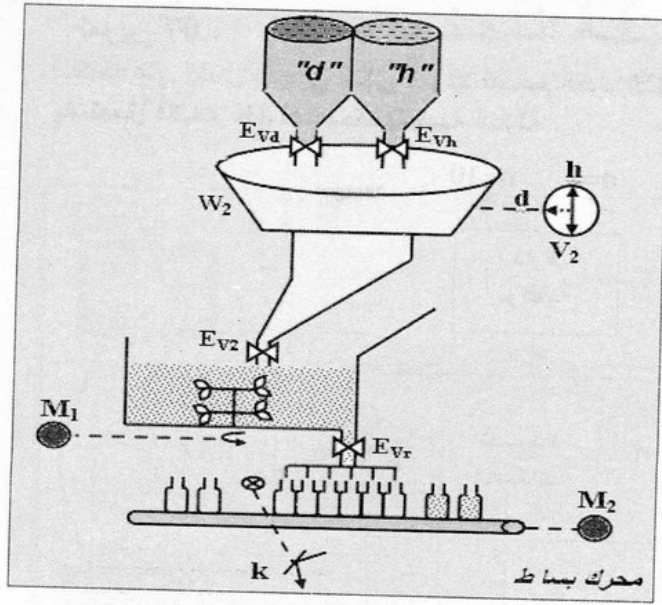


**تمرين 03 : لتكن الدارة التالية :**

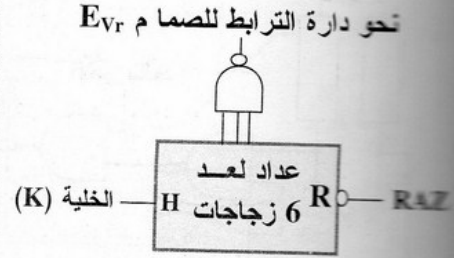
- 1- ما هو نوع القلاب المستعمل في الدارة ؟
- 2- ما هو دور هذا القلاب ؟
- 3- أكتب معادلة T بدلالة Q, R, S ؟
- 4- أكتب معادلة R ( مدخل الإرغام ) بدلالة Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, RAZ ؟
- 5- أرسم دائرة العداد باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ؟
- 5- أرسم المخطط الزمني الموافق ؟





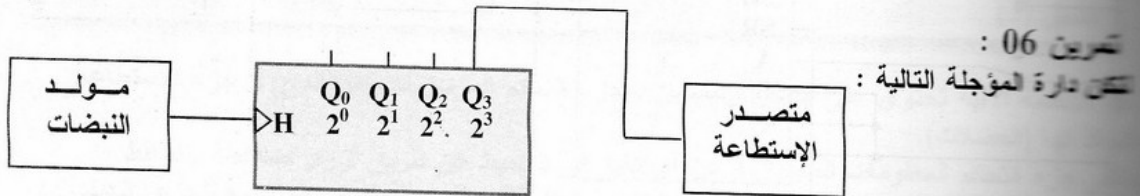


تمرين 04 :  
يقدم نظام آلي لتحضير دواء فلاحى الممثل  
فى الشكل  
يتضمن النظام عدة أشغولات من بينها أشغولة  
أضار 6 زجاجات و ملئها " لذا نستعمل  
عداد لعد الزجاجات .  
تكن دائرة العداد التالية :

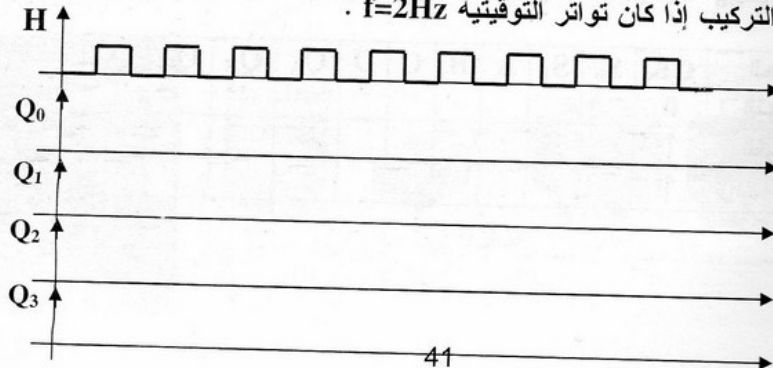


- 1- أرسم الدارة المنطقية لعداد لا متزامن لعد 6 زجاجات ثم أرسم المخطط الزمني باستعمال :
- قلابات JK " 74112 " ( تحكم بالجبهة النازلة )
  - قلابات D " 7474 " ( تحكم بالجبهة الصاعدة )
- 2- أرسم الدارة المنطقية لنفس العداد باستعمال الدارة المندمجة " 7490 "

تمرين 05 :  
التوصل على تأجيل 30s ، نستعمل عداد لا متزامن بقلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ، و إشارة زمنية  
عورها T=3s . أنجز تركيب المؤجلة باستعمال العداد ؟

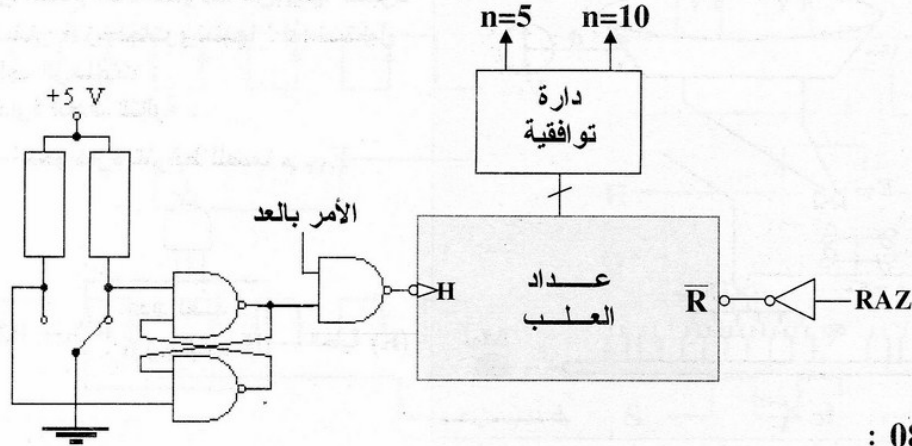


شرح مبدأ تشغيل المؤجلة و كيف يتم التأجيل باستعمال البيان الزمني مع ذكر ما هو زمن التأجيل بالنسبة  
لتحالة معينة فى التركيب إذا كان تواتر التوقيتية  $f=2\text{Hz}$  .



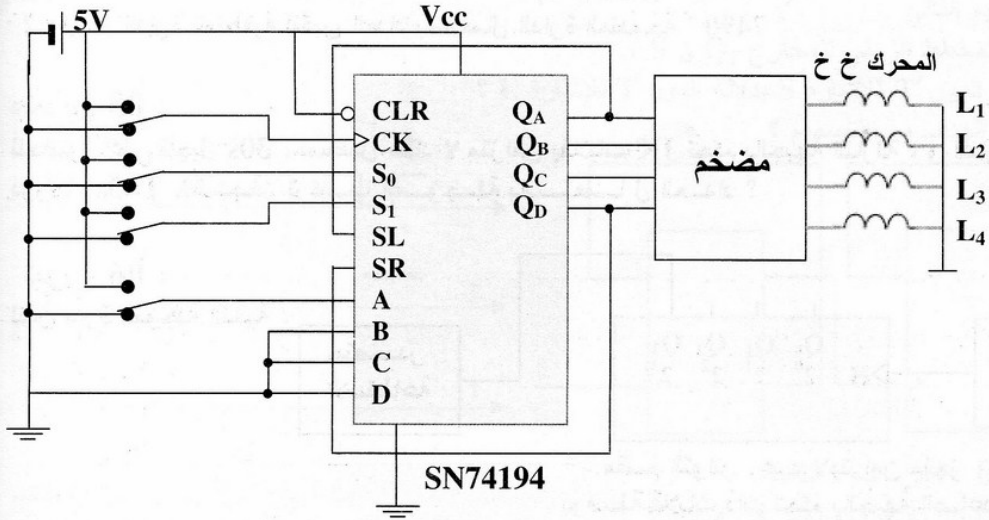
### تمرين 07 :

معتمدا على الشكل المبدئي التالي ، أوجد تصميم العداد الإلكتروني اللازماني المناسب لعد 5 علب و 10 علب باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة .



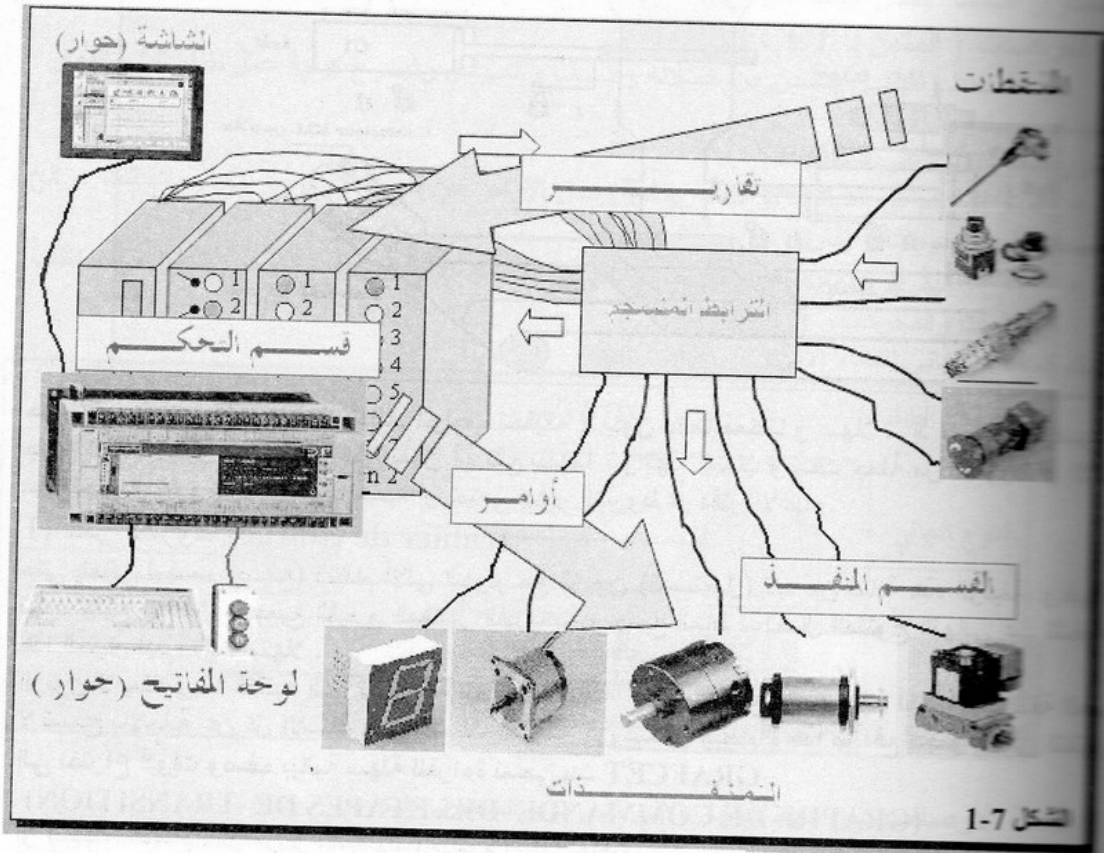
### تمرين 08 :

يدير طاولة حول محورها محرك خطوة بخطوة بزاوية  $120^\circ$  ، نستعمل أساسا عدادا حلقيا و هو عبارة عن سجل إزاحة الممثل في الشكل التالي :



أكمل الجدول التالي الموافق لتحميل السجل بالمعلومة  $Q_A=1, Q_B=0, Q_C=0, Q_D=0$  ثم إزاحتها نحو اليسار.

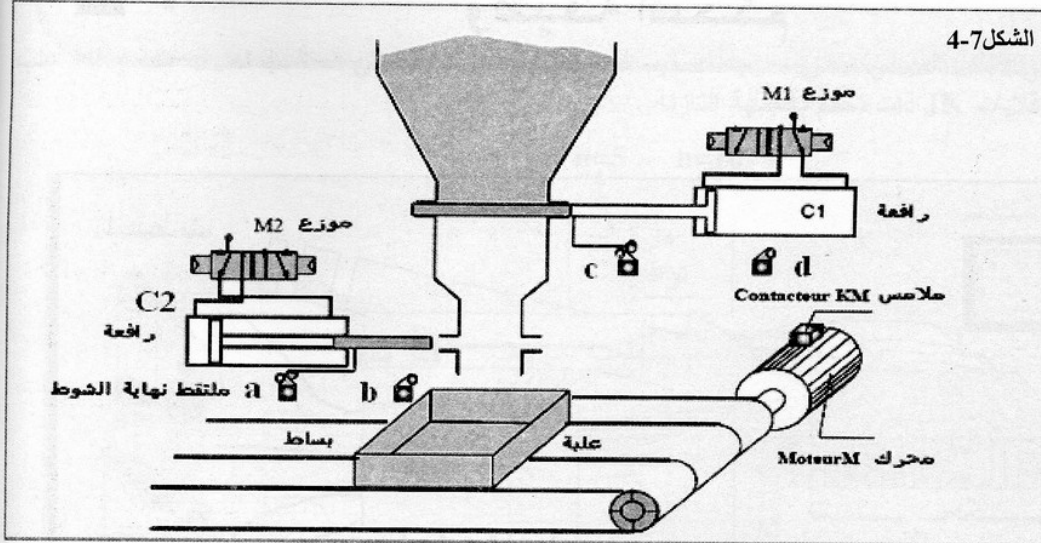
الحالة	CK	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	A	B	C	D	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>D</sub>
التهيئة	0										
الشحن	↑										
إزاحة يسار	↑										



تتكون الأجهزة الآلية تحتوي على جزئين رئيسيين ، جزء التحكم المرسل للأوامر (المخ) و جزء الإستجابة المتلق لها (العضلات).  
 يتلقى جزء التحكم المعلومات الضرورية عن أي تغير في المحيط عن طريق أزرار ضاغطة ، لواقط (الوضع، الحرارة ، الضوء ، المستوى ... إلخ) ، و طبقاً لذلك يصدر التعليمات المناسبة للجزء العملي (الجزء الإستجابة) الذي يقوم بتنفيذها بواسطة المنفذات المتوفرة في النظام مثل المحركات ، الرافعات.. إلخ.  
 نرى هنا جلياً في الشكل 1-7.  
 إن الشكل 4-7 أين يظهر عمل بعض العناصر و التجهيزات السابقة داخل نظام الآلي.







حوار المصمم مع الزبون حول النظام الواجب تحقيقه لا يكون دائما ممكنا و سهلا ، إذ لا بد من توضيح جميع الملابسات و الغموضات التي يمكن أن تقع بينهما ، و لهذا السبب وُضعت جملة من الشروط أو الأعباء قبل إنجاز المشروع يتفق عليها مسبقا و تسمى بدفتر الشروط أو دفتر الأعباء.

#### (1) دفتر الشروط (cahier de charge)

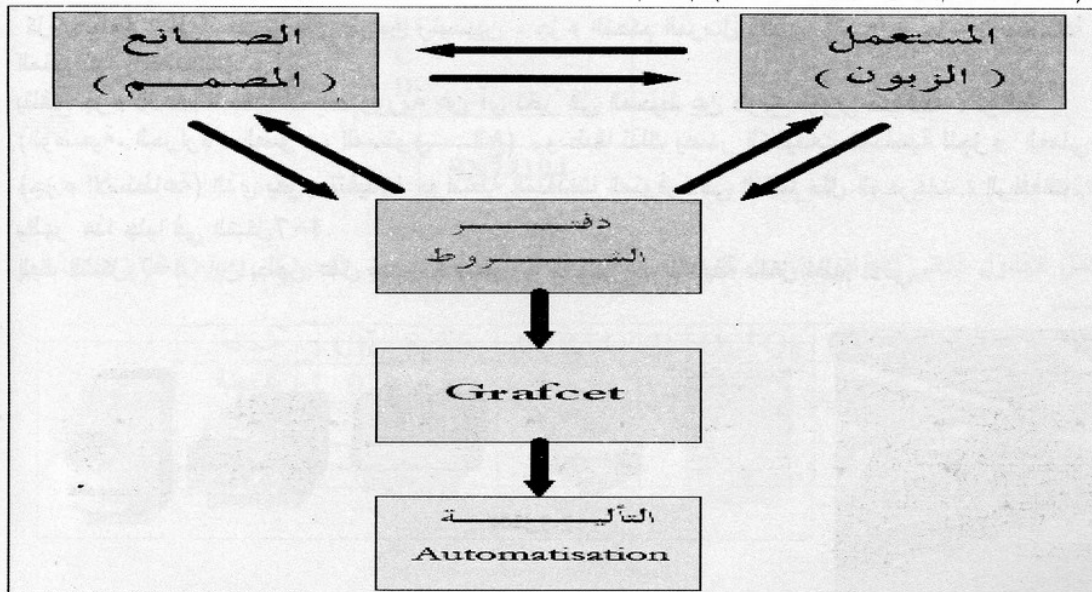
حتى يتسنى لمصمم (صانع) النظام الآلي الحوار مع الزبون (المستعمل) لابد من كتابة هذه الوثيقة، و فيها تحدد جميع الأعمال و جميع القيم و المقادير الفيزيائية و جميع أنماط استعمال المنتج النهائي عند تشغيله ، هذا الحوار ليس دائما سهلا .

الزبون لا يملك ربما التقنية التي تسمح له بتعريف مسأله بشكل صحيح و من جهة أخرى فإن اللغة العامية لا تسمح بالإجابة عن كل الأسئلة و الملابسات الناجمة عن تشغيل النظام ، هذا ما دفع مجموعة من التقنيين

إلى اختراع أدوات وصف بيانية سهلة للقراءة تسمى بـ GRAFCET

(GRAPHE DE COMMANDE DES ETAPES DE TRANSITION)

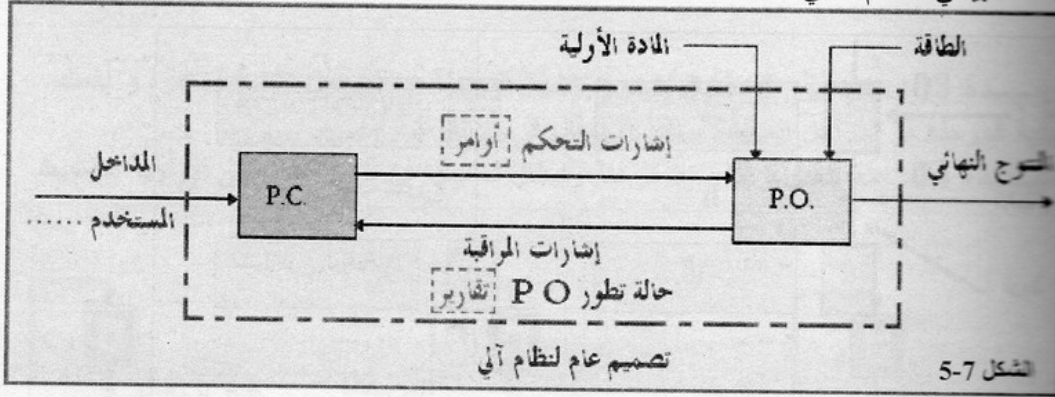
أو (مخطط التحكم للمراحل و الانتقالات) م ت م ن أو المتمعن.



الوصف الوظيفي (غرافسات مستوى 1)  
 الوصف التكنولوجي والعملي (غرافسات مستوى 2)  
 المستوى الثالث يخص جانب التوثيق و صيانة النظام الآلي

### 2- الغرافسات (المتمن): GRAFCET

- هو مخطط وظيفي يمكن من خلاله وصف و تمثيل وشرح كيفية عمل نظام آلي وإظهار مهام المستند إليه .
- يتم تقسيم النظام الآلي على قسمين هما :
  - قسم التحكم أو القيادة: بواسطته يمكن إرسال الأوامر عن طريق أزرار , برامج , ملتقطات ... الخ و يتلقى معلومات و تقارير .
  - قسم التنفيذ أو الاستطاعة: من خلاله تنفذ كل الأوامر الآتية من قسم التحكم ويتكون من مختلف الرفعات والمحركات .
- المخطط البياني للنظام الآلي



3- قائمة الأوصاف: تبين مهام الجهاز الآلي الذي يراد الحصول عليه .  
 4- الأوصاف الوظيفية " غرافسات مستوى I " : يصف المستوى الأول من جزء التحكم اتجاه الجزء الذي يحون تحديد التكنولوجيات المستعملة .

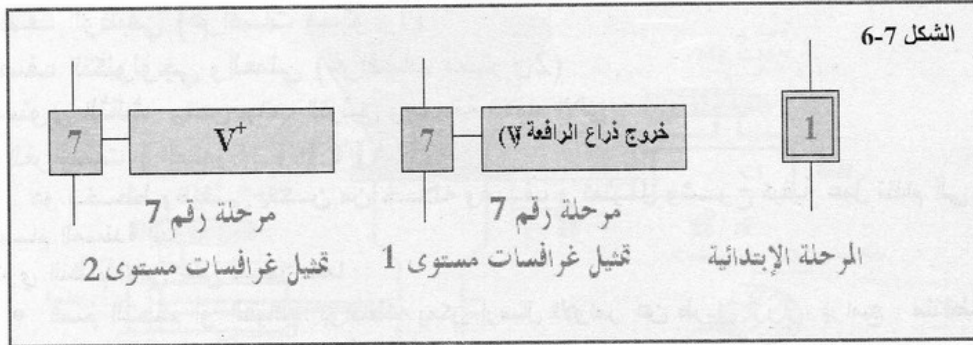
مثال: انتقال القطعة من المركز A إلى المركز B دون أن نحدد كيف يتم الانتقال .

5- الأوصاف التكنولوجية " غرافسات مستوى II " : يحدد نوعية الأجهزة المستعملة " ملاقط , منفذات " عناصر الغرافسات

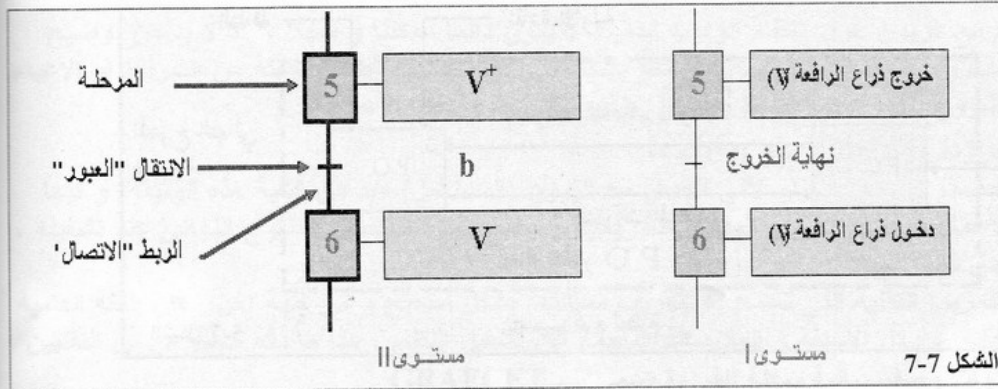
6- الغرافسات من مراحل و انتقالات متتالية موصولة بواسطة روابط موجهة .  
 كل مرحلة نستطيع أن نلحق فعل أو عدة أفعال .  
 كل انتقال نربط إستقبالية (انتقالية) .

7- المرحلة : هي الحالة أو الوضعية التي تبقى فيها الأفعال (المقادير الفيزيائية) للنظام الآلي ثابتة ،  
 وتسمى بمربع مرقم بعدد وبجانبه مستطيل يبين الفعل أو الأفعال التي يقوم بها النظام الآلي .أنظر

الشكل 6-7



2-4/ الانتقال: هي اللحظة التي تتغير فيها بعض المقادير الفيزيائية من قيمة إلى أخرى وتحدث بين مرحلتين متتاليتين ، لكل انتقال يوجد شرط منطقي يسمى القابلية وهي عبارة عن معادلة منطقية. الشكل 7-7

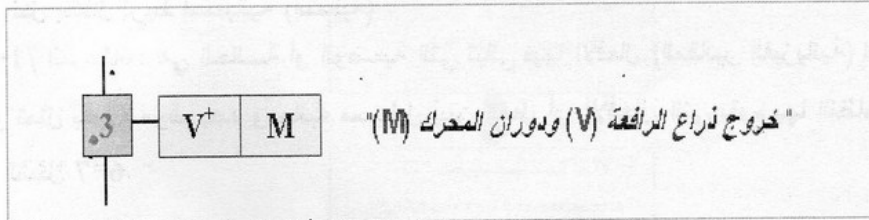


- 3-4/ الاتصال: هو الخط الذي يربط بين المرحلة والانتقال.
- إذا كانت القراءة من الأعلى إلى الأسفل يمكن عدم وضع السهم.
  - إذا كانت القراءة في اتجاه آخر يوضع السهم لتوضيح اتجاه التطور.

#### • ملاحظات:

- يكون الانتقال بين مرحلتين متتاليتين.
- الغرافسات يغلق دائما بواسطة اتصال موجه يربط المرحلة الأخيرة بالمرحلة الأولى عبر انتقال.
- القابلية معادلة منطقية تعبر عن حالة معينة لمتغيرات الدخول مثل (وضعية متحرك حالة زر).

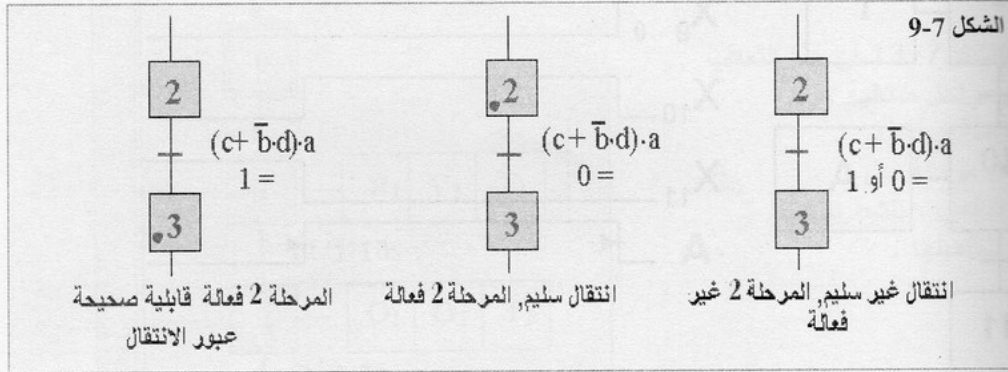
- قاعدة: أعمال المرحلة لا تكون فعالة إلا إذا كانت المرحلة نشطة.
- النقطة تدل على أن المرحلة 3 نشطة.



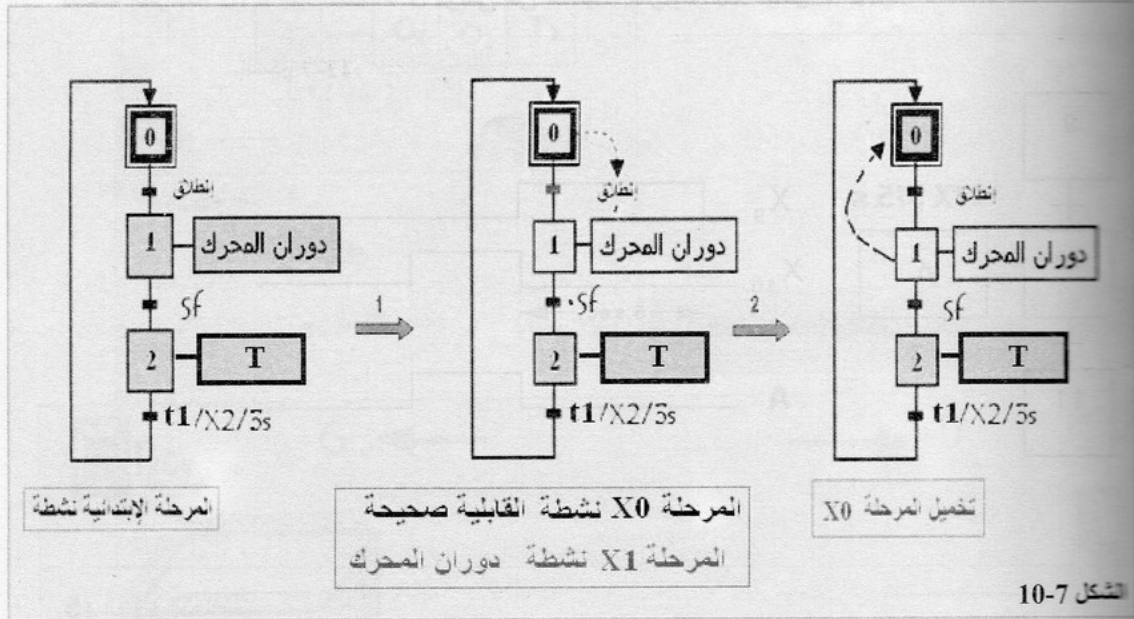


قواعد التطور: تفعيل أو تحميل مرحلة من مراحل النظام الآلي

- قاعدة 01: المرحلة الابتدائية تكون فعالة عند بداية العمل أو الدورة .
- قاعدة 02: يكون الانتقال سليم أو غير سليم (ممكن أو غير ممكن)
- عند الانتقال سليم حين تكون المرحلة أو المراحل السابقة مباشرة فعالة ولا يمكن العبور إلا إذا كان الانتقال سليم والقابلية المناسبة للانتقال صحيحة الشكل 7-9 .



- قاعدة 03: عند عبور الانتقال يكون تنشيط المرحلة أو المراحل التالية مباشرة و إخماد فعالية المرحلة أو المراحل السابقة مباشرة (مثال 3 من القاعدة 2).
- قاعدة 04: عند العمل ، تنشيط مرحلة وإبطال فعاليتها في آن واحد تعطى الأولوية للتنشيط.

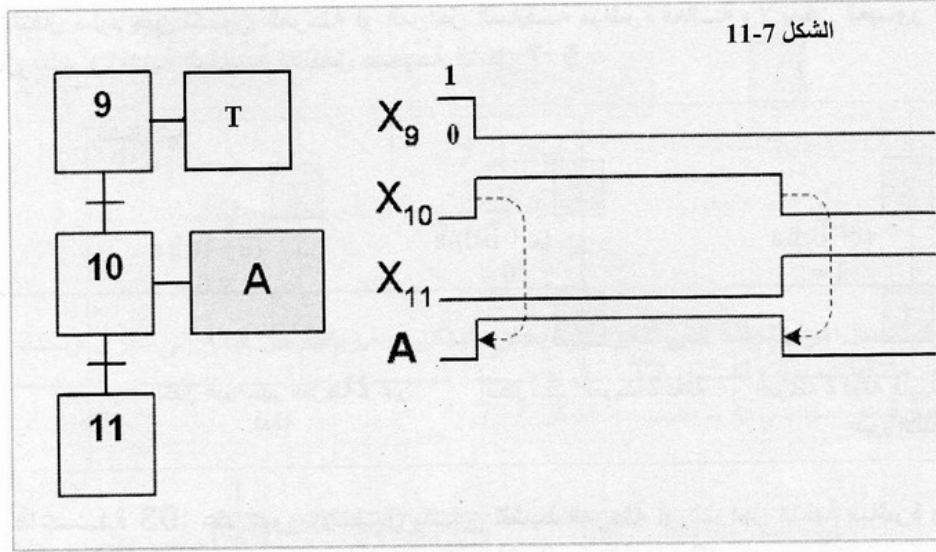


T : موجلة

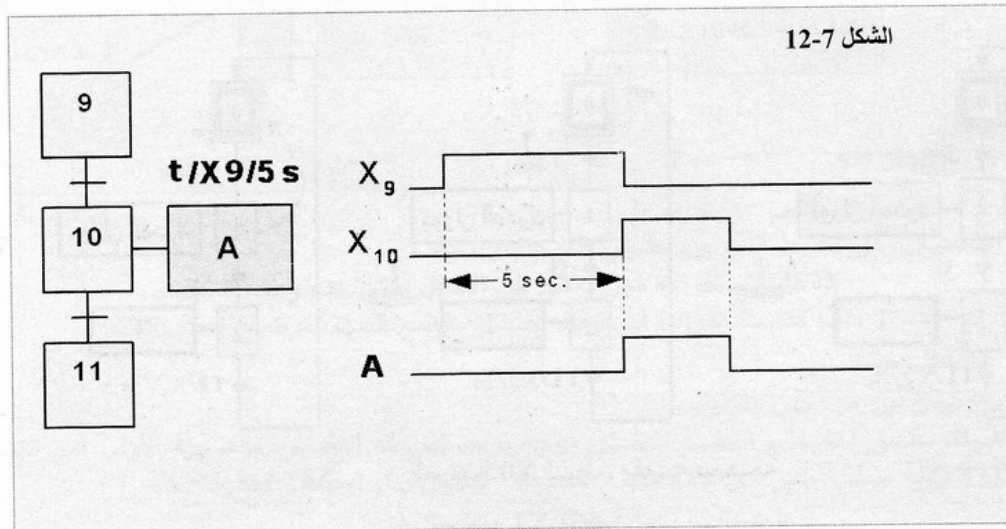
5- المخطط الزمني للمراحل

العمل المستمر

يؤم القفل A للمرحلة x10 مدة دوام تنشيط هذه الأخيرة الشكل 7-11



تنشط المرحلة X10 بعد انقضاء 5 ثواني من تنشيط المرحلة X9 الشكل 12-7



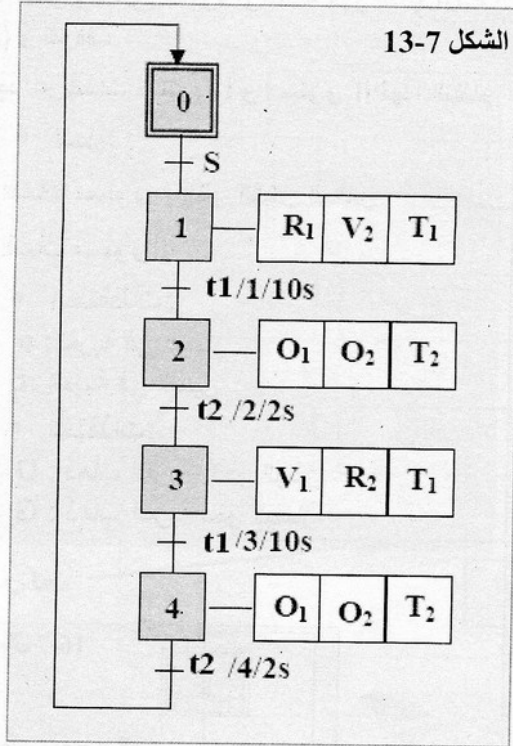
(5) أنواع التعاقبات

1-5 / التعاقب الوحيد (الخطي)

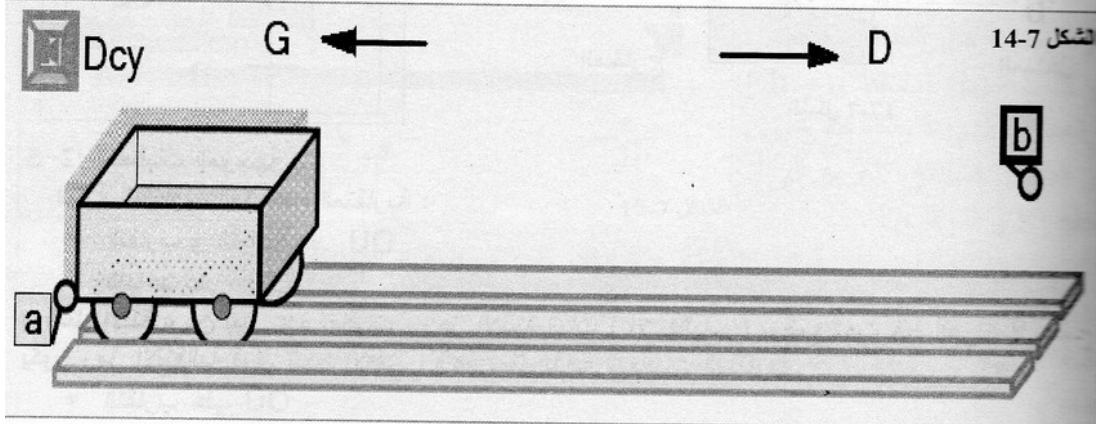
يتكون من عدة مراحل متتابعة تشكل فيما بينها سلسلة واحدة على شكل خط وحيد ، و يكون تطورها تتابعي أي تنشط مرحلة تلوى أخرى.

## شكر 13-7

تخط من خلال الشكل 13-7 أن هذا التعاقب  
يكون من خمس مراحل متتالية ،  
تصل بين كل مرحلة و أخرى  
قوية و يلحق بكل مرحلة فعل  
و مجموعة من الأفعال ، تنشط بتنشيط  
المرحلة و تخمل بتخميلها .



• نشاط : ليكن النظام الممثل بالشكل التالي





• دفتر الشروط:

بعد الأمر بانطلاق الدورة بواسطة الزر « dcy » ، تتجه العربة نحو النقطة (b) ، ثم تعود الى النقطة (a) و تتوقف .

أوجد غرافسات مستوى I و مستوى II لهذا النظام

• الحل:

غرافسات مستوى I أنظر الشكل المقابل

غرافسات مستوى II

• الملتقطات:

a: العربة في اليسار

b: العربة في اليمين

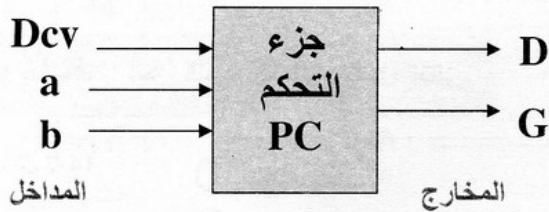
• المنفذات:

D : ذهاب العربة نحو اليمين

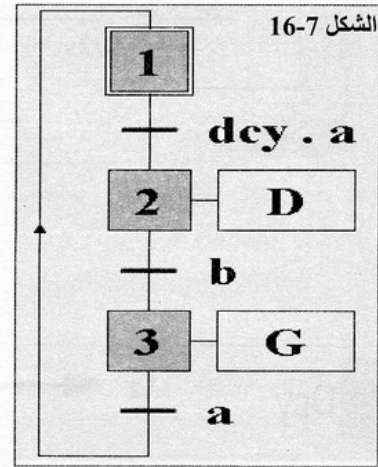
G : ذهاب العربة نحو اليسار



الشكل 15-7



الشكل 17-7



2-5/ التعاقبات الموجهة

البنية المتناوبة المتباعدة المتقاربة :

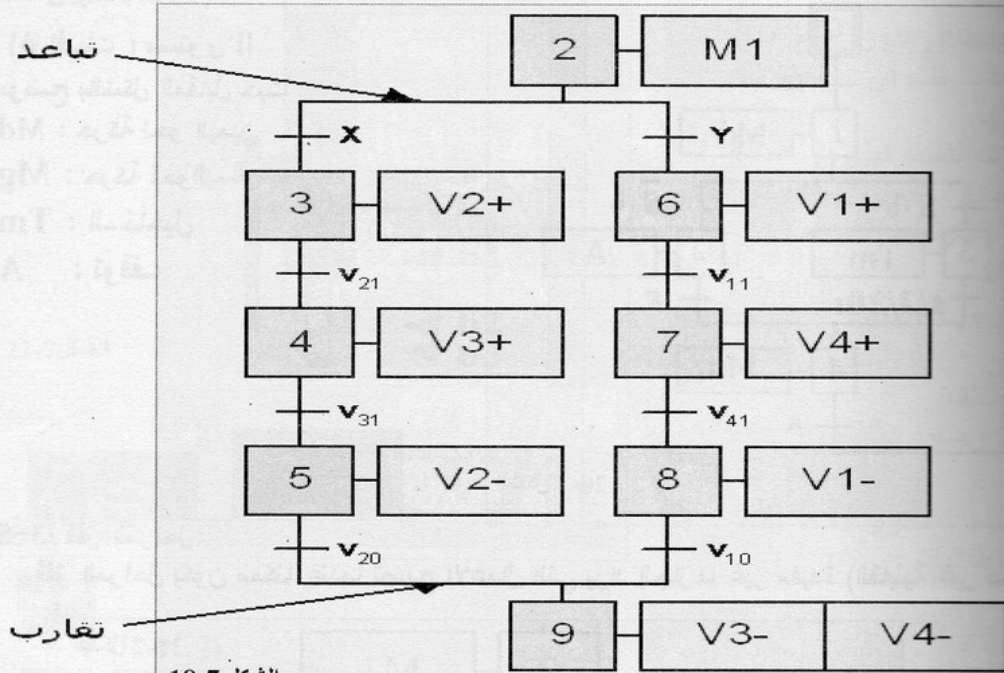
• التقارب و التباعد على OU

• التباعد على OU

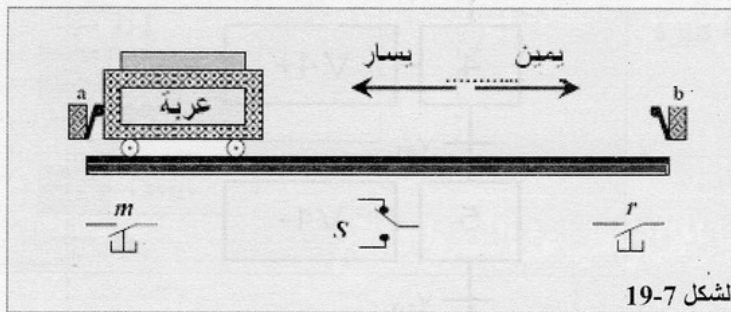
و يمثل الانتقاء من بين عدة تعاقبات ، رمز الإستقباليات ( الانتقاليات ) يوضع تحت خط أفقي ، لا يسمح بأن يكون رمز الانتقالية فوق الخط الأفقي ، وهو يمثل بداية التعاقبات المتناوبة.

• التقارب على OU

يتم تمثيل نهاية انتقاء التعاقب برموز الانتقالية و بعدد وجود التعاقبات المشتركة ، لا يقبل أي رمز انتقالية تحت الخط الأفقي أنظر الشكل 18-7 .



1. لا يمكن أن تكون الإنتقاليتين صحيحتين في نفس الوقت
2. بعد تباعد على OU نجد تقارباً على OU
3. عدد الفروع يمكن أن يكون أكبر من 2



نظروا الشروط :

تتحرك عربة من النقطة (a) نحو النقطة (b) (ملتقط a و b) ثم يطلق الدورة بالضغط على زر (m). فتنتقل العربة إلى النقطة b و تتوقف .

هناك حالتين لإرجاع العربة إلى النقطة a وذلك حسب وضعية المبدلة S :

الحالة الأولى : S=0 و الضغط على زر الإرجاع r

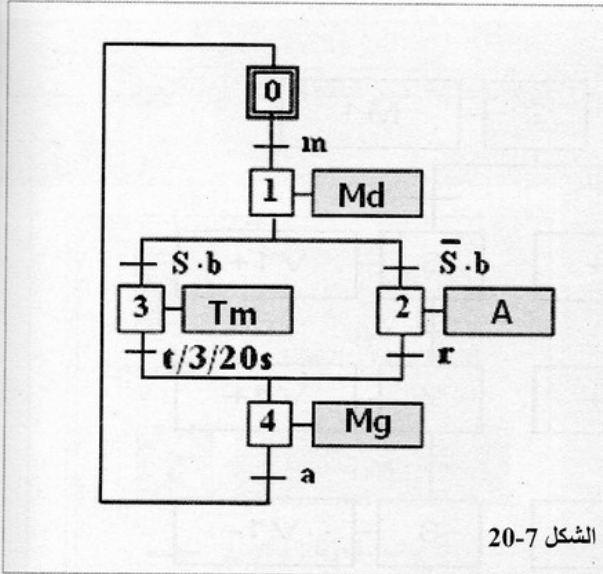
الحالة الثانية : S=1 ، تنتظر مدة زمنية 20s ثم ترجع آلياً إلى النقطة a

المطلوب

وبد المثن (Grafcet)

(علاقات) مستوى II حسب

دفتر الشروط المقترح



الحل

المتن (Grafset)

(غرافسات) مستوى II

موضح بالشكل المقابل حيث

Md : حركة نحو اليمين

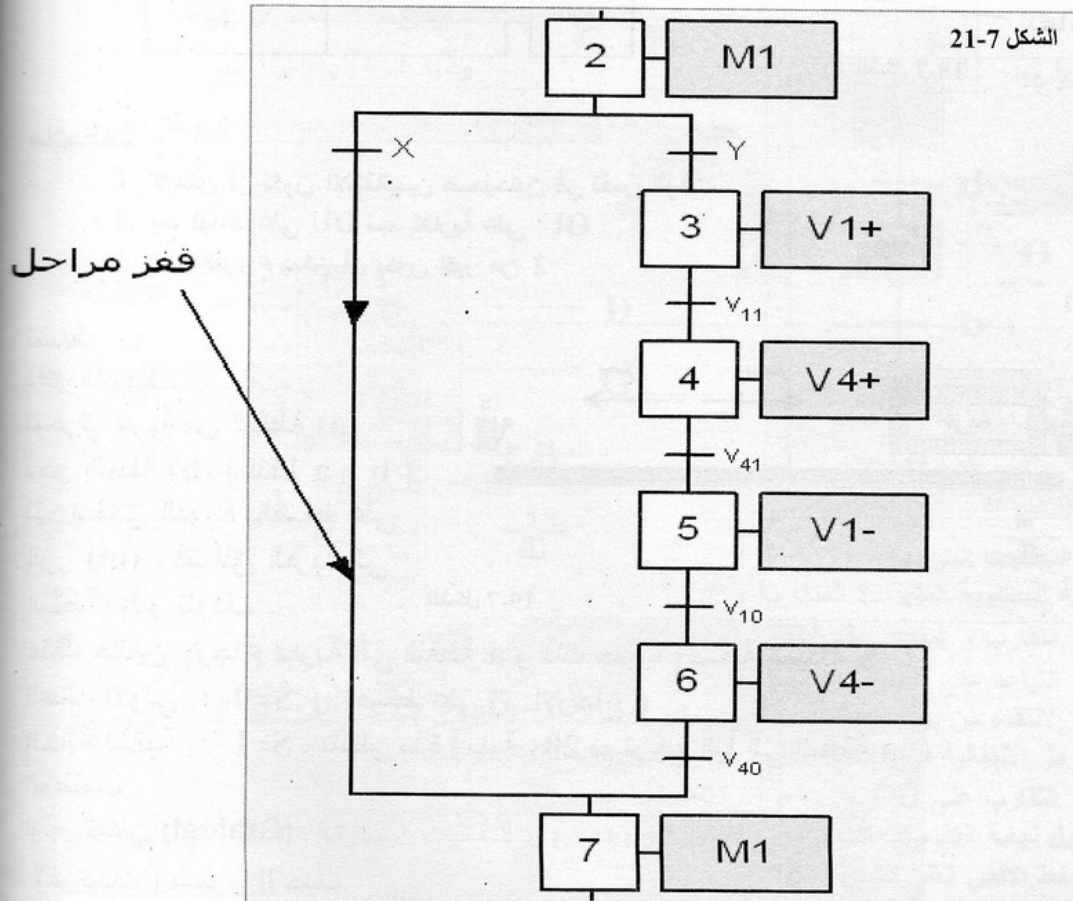
Mg : حركة نحو اليسار

Tm : التاجيل

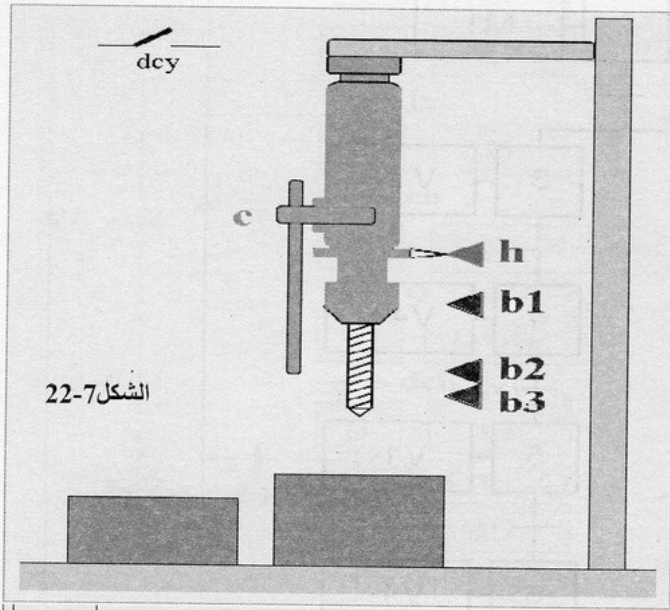
A : توقف

3-5 قفز المراحل:

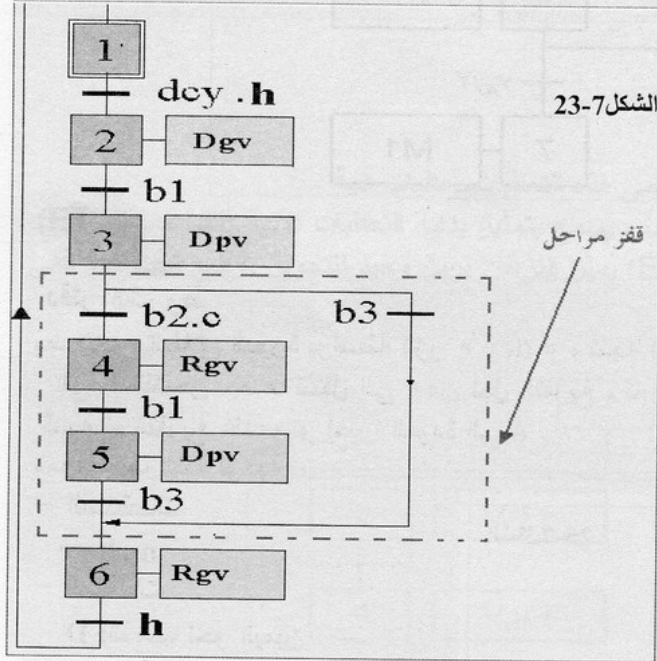
قفز المراحل يكون ممكنا عندما تصبح الأعمال التي يراد إنجازها غير مفيدة (القابلية غير صحيحة)







الشكل 22-7



الشكل 23-7

تسليط :

نظر الشروط

بعد الأمر باتساق الدورة تقوم أداة  
التقيب بإحداث ثقب في القطعة وذلك  
حسب سمكها.

إذا كان سمك القطعة كبير فإن عملية  
التقيب تتم خلال مرحلتين لأجل التنظيف .  
المراحل التكنولوجية

- المتقطات

h , b1 , b2 , b3 , c

- المتقاطات

محرك أداة التقيب

محرك نزول وصعود الثاقب

المطلوب :

أوجد غرافات مستوى II حسب

نظر الشروط المقترح

الحل :

غرافات مستوى II

نقار بأن دوران محرك أداة التقيب  
يبدأ في الدوران بمجرد الضغط على

زر بداية الدورة Dcy

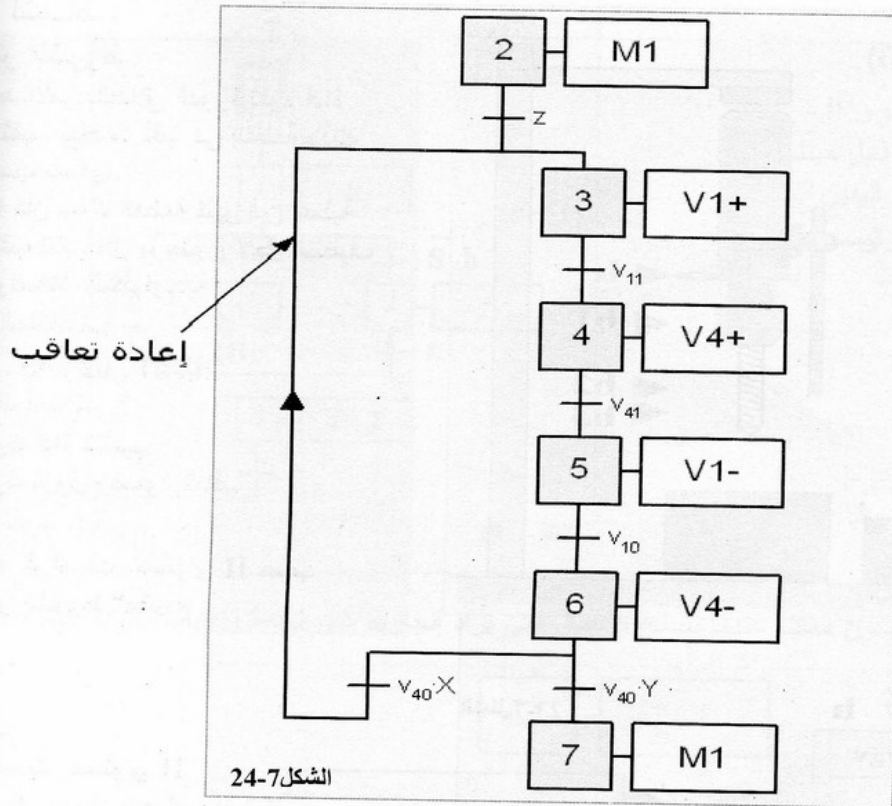
Dgv : النزول الثاقب بسرعة كبيرة

Dpv : النزول الثاقب بسرعة صغيرة

Rgv : صعود الثاقب بسرعة كبيرة

4-5 / إعادة المراحل

يسمح هذا النوع من البنى بإعادة نفس التعاقب وهذا عندما تكون الأعمال المراد إنجازها متكررة  
وذلك ما لم يتحقق شرط معين .



### نشاط :

#### دفتر الشروط

بعد الأمر بإطلاق الدورة بواسطة الزر « dcy » ، تتجه العربة إلى b للشحن ،بعدها تنتقل إلى c من أجل التفريغ ، ثم العودة إلى b من أجل الشحن ثانية ثم التفريغ عند c و أخيرا العودة إلى a .  
المواصفات التكنولوجية

#### - الملتقطات

a , b , c

#### - المنفذات

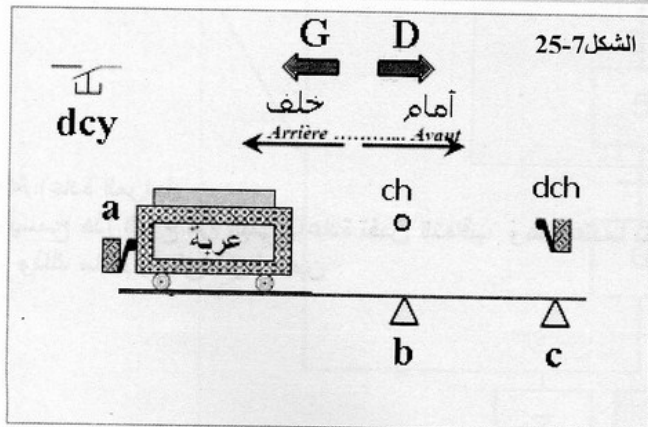
D : الذهاب نحو اليمين .

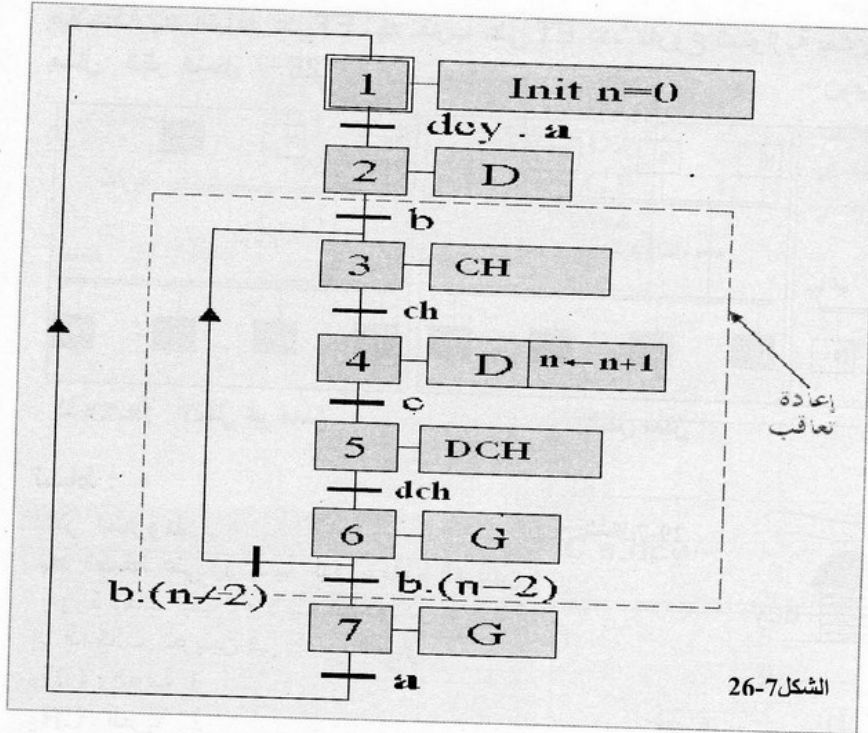
G : الذهاب نحو اليسار .

CH : الشحن

DCH : التفريغ .

أوجد غرافسات مستوى II ؟





• لغز :  
 • وقت مستوى II  
 للنظام

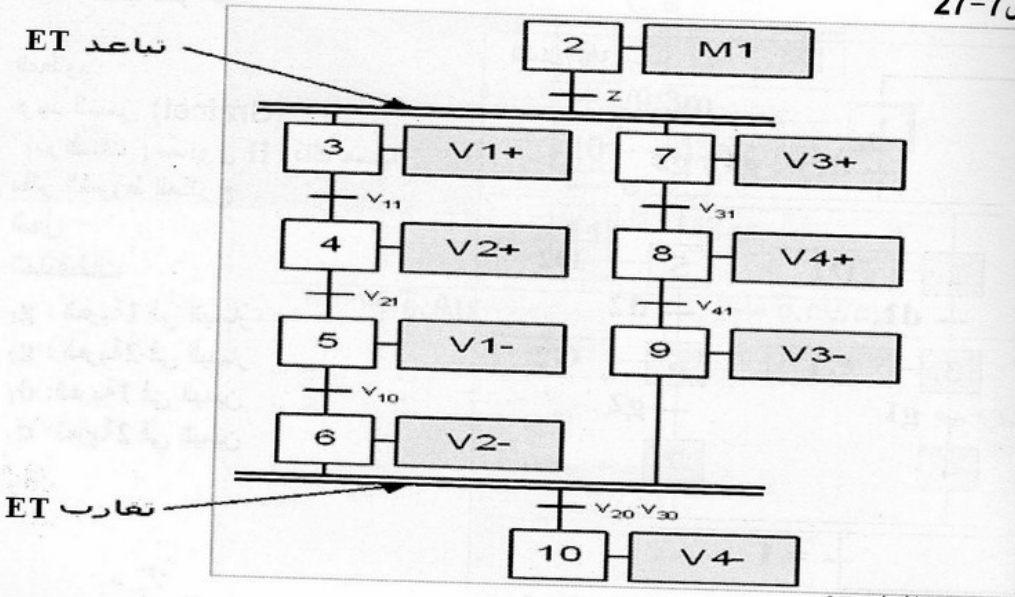
### 5-5 تعاقبات الآنية

• البنية المتزامنة المتباعدة و المتقاربة

تباعد و التقارب على ET

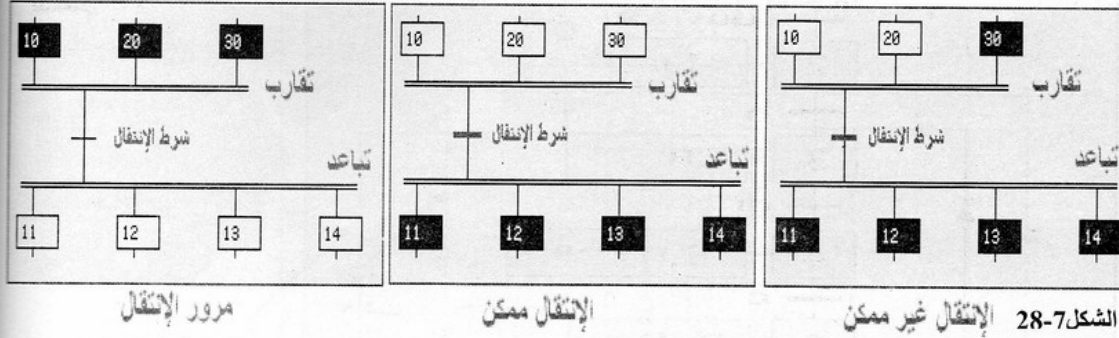
عندما تنشط تعاقبات كثيرة في نفس اللحظة ، تسمى هذه التعاقبات تعاقبات آنية .  
 رمز وحيد للتحويل يوضع فوق خط أفقي مضاعف ، يسمح بتمثيل بداية التعاقبات الآنية (التباعد على ET) ،  
 عندما تتقارب عدة تعاقبات آنية (التقارب على ET) يمثل التزامن برمز وحيد للتحويل يوضع تحت خط أفقي مضاعف و يمثل نهاية التعاقبات الآنية.

نظر الشكل 27-7





ملاحظة: بعد التباعد على ET نجد تقارب على ET عدد الفروع المتوازية يمكن أن يكون أكبر من 2  
مثال: أنظر الشكل 28-7



نشاط:

دفتر الشروط

بعد الضغط على زر بداية الدورة تقوم العربتين بدورة ذهاب اياب ، ولا يتم انطلاق دورة جديدة إلا إذا كانت العربتين في أقصى اليسار .

العربة 1 :  $CH_1$

العربة 2 :  $CH_2$

المواصفات التكنولوجية

– الملتقطات

g : العربة في اليسار

d : العربة في اليمين

– المنفذات

D : الذهاب نحو اليمين

G : الذهاب نحو اليسار

المطلوب

أوجد المتمن (Grafcet)

(غرافسات) مستوى II وذلك حسب

دفتر الشروط المقترح

الحل

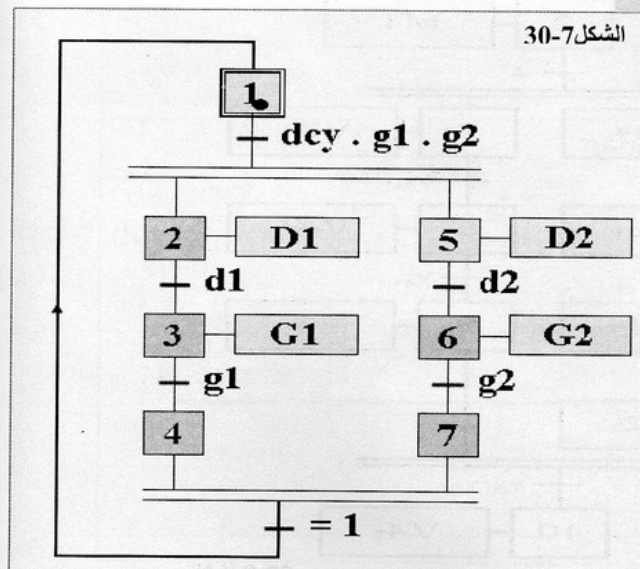
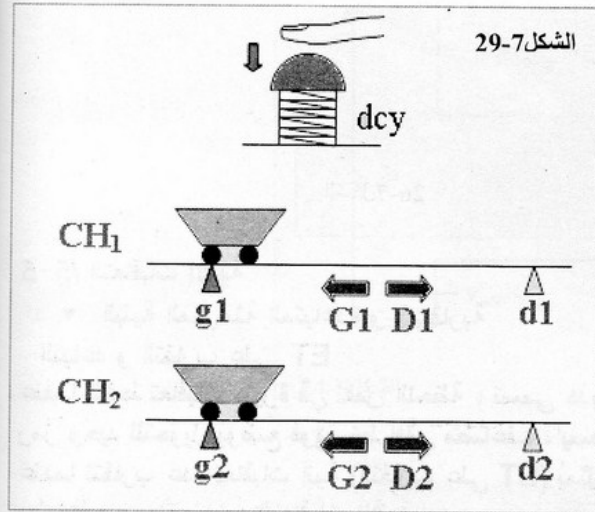
الملتقطات

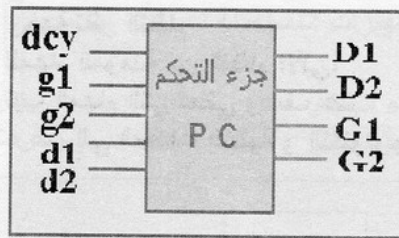
$g_1$  : العربة 1 في اليسار

$g_2$  : العربة 2 في اليسار

$d_1$  : العربة 1 في اليمين

$d_2$  : العربة 2 في اليمين

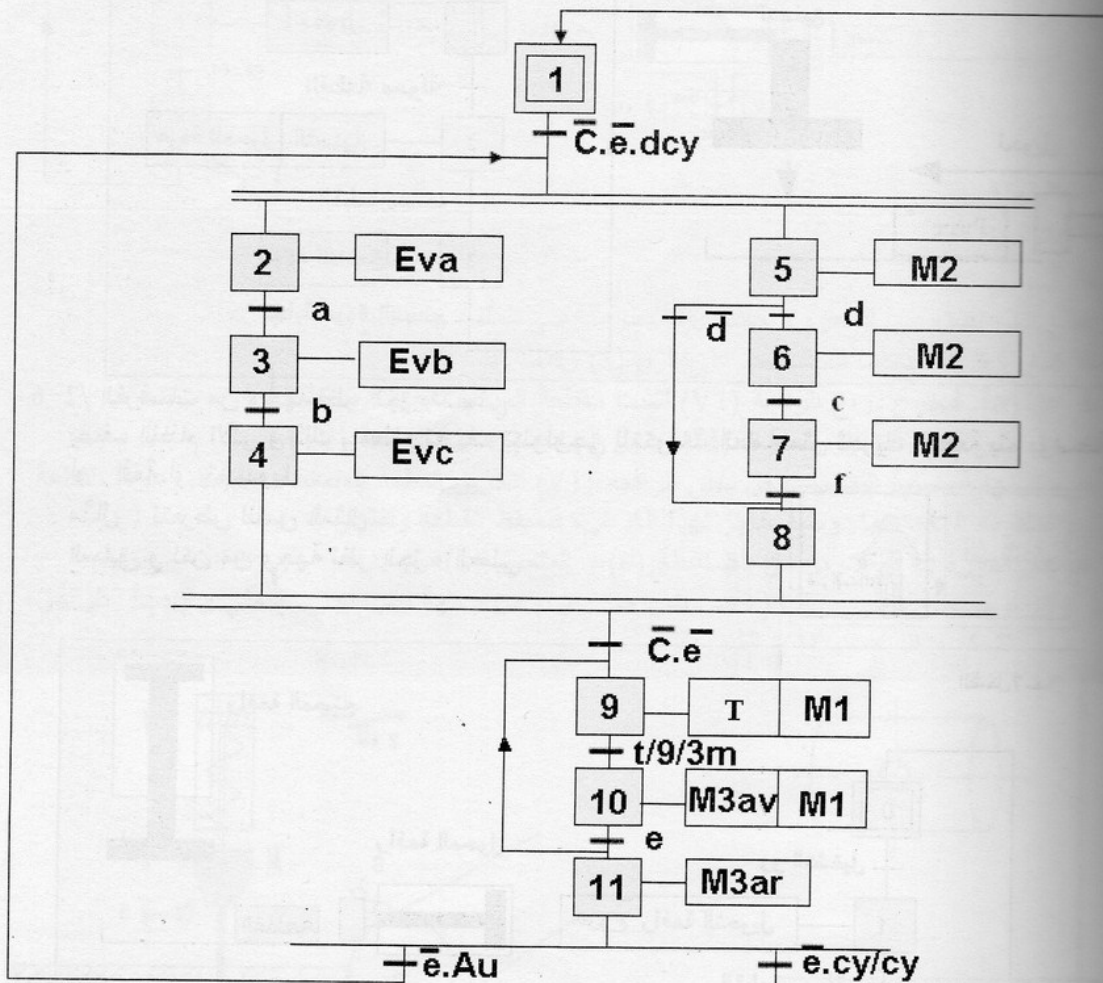




الشكل 7-31

$D1$ : تشغيل العربة 1 نحو اليمين  
 $D2$ : تشغيل العربة 2 نحو اليمين  
 $C1$ : تشغيل العربة 1 نحو اليسار  
 $C2$ : تشغيل العربة 2 نحو اليسار  
 $dcy$ : زر بداية الدورة

مخطط التمتين كامل :



الشكل 7-32



## (6) وجهات النظر المختلفة للغرفسات

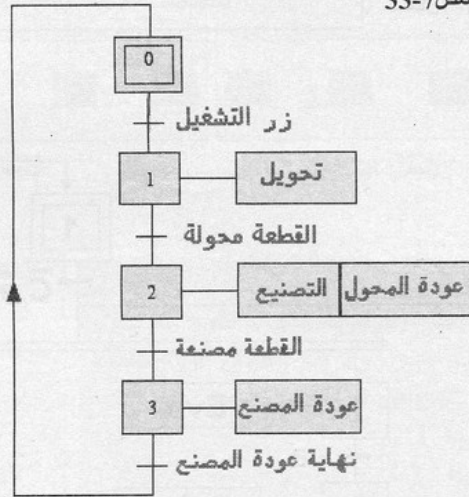
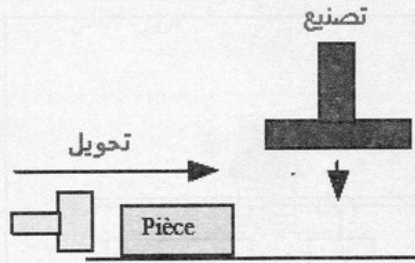
1-6/ الغرفسات من وجهة نظر النظام

يسمح بفهم إجمالي للمهام المؤمنة من النظام الآلي، أي يتعلق بمخطط لترتيب المهام التي تعطي وصف عام للنظام الآلي دون التعرض إلى المعدات التقنية و التكنولوجيا

مثال :

الشكل 7-33

مثال عن غرفسات من وجهة نظر النظام



2-6/ الغرفسات من وجهة نظر الجزء العملي

يصف النظام الآلي و ذلك بإعطاء تعريف تكنولوجي للمكونات العامة مثل تحريك القطعة يتم بواسطة بسات أو رافعة أو يتم يدويا .....

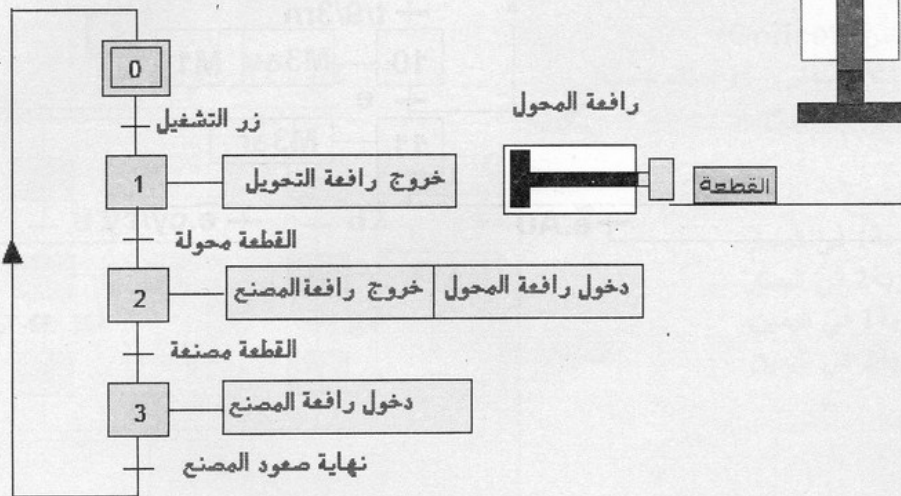
مثال : نتعرض لنفس المثال

السابق و لكن من وجهة نظر الجزء العملي



الشكل 7-34

رافعة المصنع

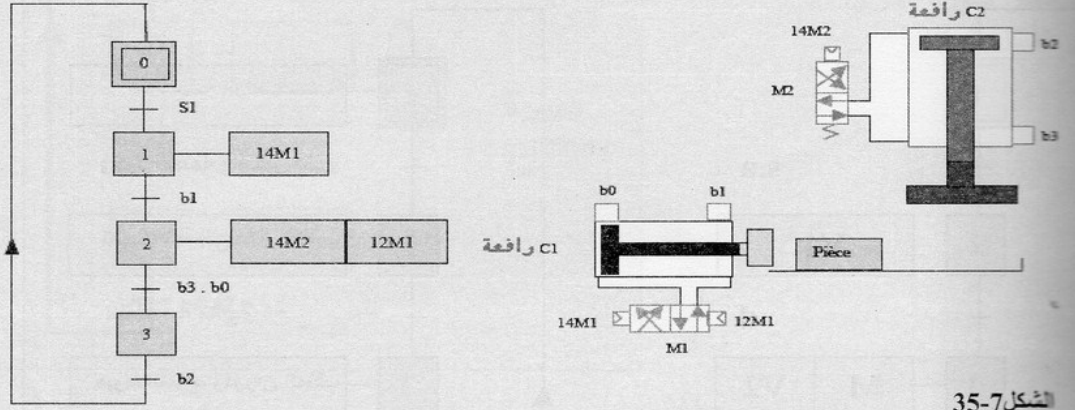






3-6 / الغرافسات من وجهة نظر جزء التحكم  
الأخذ بعين الاعتبار الاختيار التكنولوجي للتجهيزات المستعملة  
مثال :

تحتض بنفس المثال السابق وجهة نظر جزء التحكم

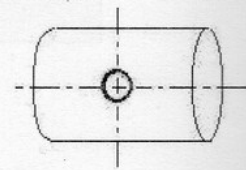
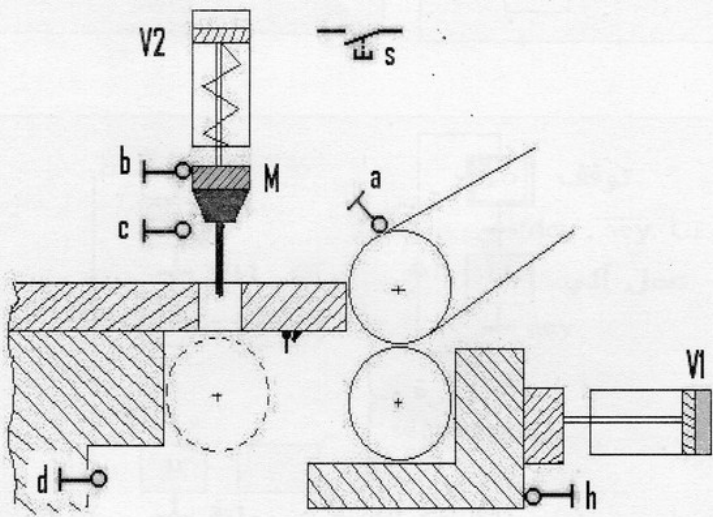


الشكل 7-35

تعرين تطبيقي

متعب آلي

- ✦ القطع التي تصل عبر المجرى، تراقب بالتأثيرات على الملتقط (a).
  - ✦ الدورة تنطلق عندما نضغط على الزر (s) وكذلك التأثير
  - ✦ عل (a). فيخرج ذراع الرافعة (V1) لتثبت القطعة المراد تثقيبها فيضغط
  - ✦ الملمس (d)، فيشتغل المحرك (M) وينزل الساعد بواسطة الرافعة (V2).
  - ✦ عند نهاية عملية التثقيب يدخل ساق الرافعة (V1) لتحرير القطعة المصنعة، ولتفادي عودة القطعة
  - ✦ المثقوبة إلى مكانها، وضع حاجز لهذا الغرض، فتسقط القطعة وتنتهي الدورة.
  - ✦ تعاد الدورة إذا شغلت كل من الضاغطة (s) و الملمس (a) من جديد.
1. أوجد غرافسات ( م . ت . م . ن ) من وجهة نظر الجزء العملي و وجهة نظر جزء التحكم وذلك حسب دفتر الشروط.



V2 : رافعة أحادية المفعول  
V1 : رافعة مزدوجة المفعول

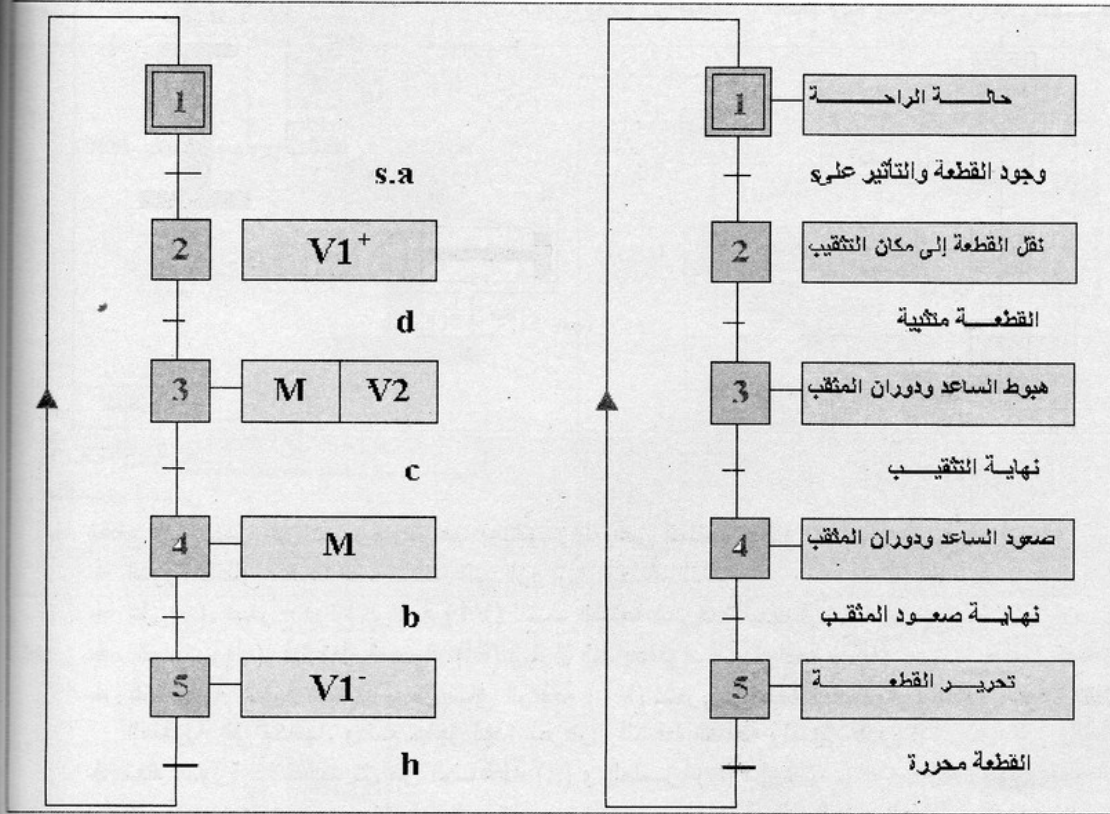
الشكل 7-36

الحل :

2. غرافسات ( م . ت . م . ن ) من وجهة نظر الجزء العملي و وجهة نظر جزء التحكم وذلك حسب دفتر الشروط.

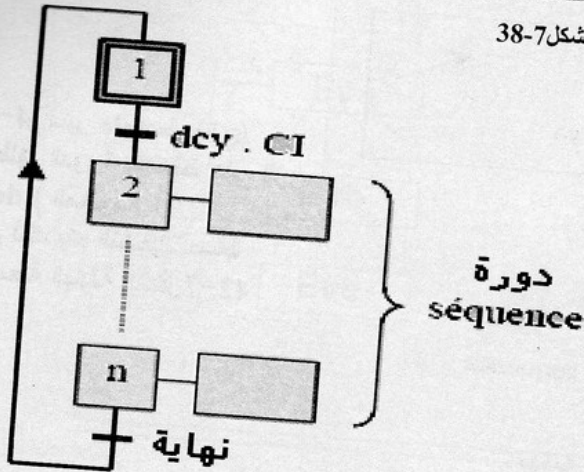
غرافسات من وجهة نظر جزء التحكم

غرافسات من وجهة نظر الجزء العملي



الشكل 7-37

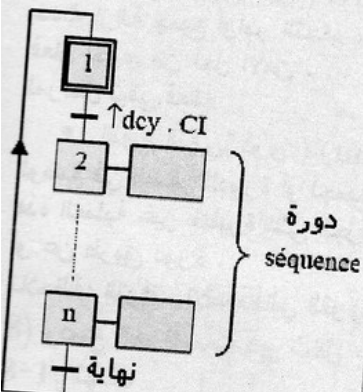
الشكل 38-7



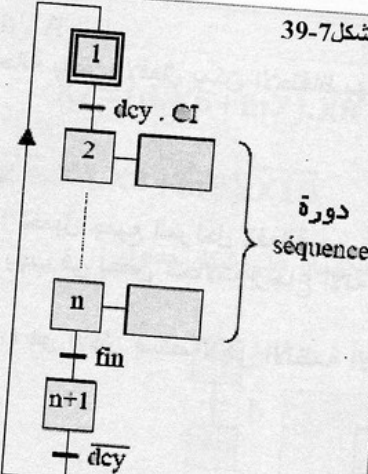
### 7 طرق السير

1-7 / السير دورة بدورة  
تم الدورة بصفة آلية و لكن  
يتطلب تدخل المستخدم في كل مرة  
تريد إنجاز الدورة أخرى.  
انظر الشكل 38-7

الشكل 40-7



الشكل 39-7

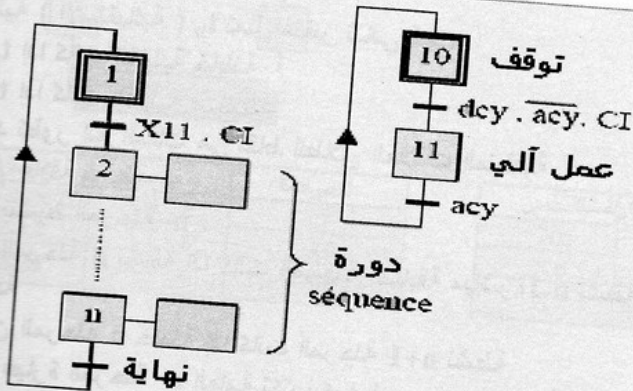


### 2-7 / الدورة الوحيدة

تم الدورة مرة  
واحدة حتى و إن أبقى  
المستخدم المعلومة  
حاضرة الشكل 39-7  
و الشكل 40-7.  
ملاحظة :

تتحقق من الشرط  $\overline{dcy}$   
أو  $\uparrow dcy$

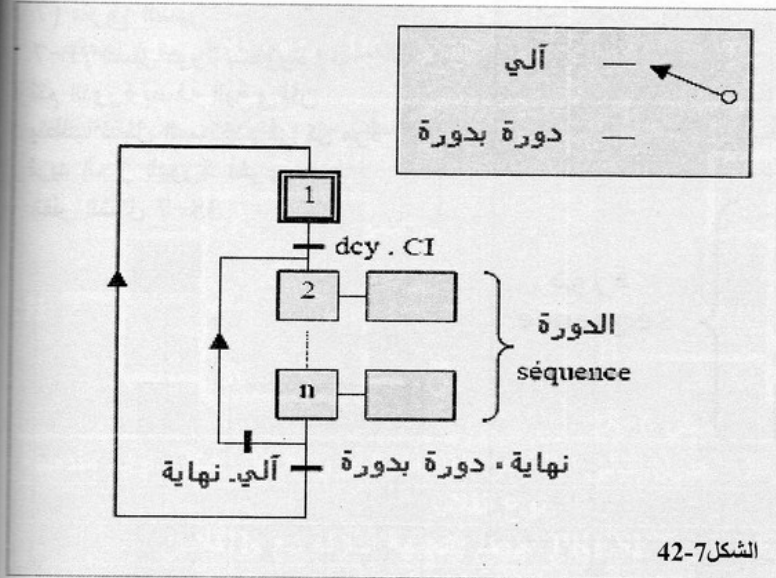
الشكل 41-7



### 3-7 / تشغيل أو توقف الدورة

تنتقل الدورة بدون توقف  
بعد أمر التشغيل dcy إلى أن  
يُعطى لها الأمر acy  
(لا يتم التوقف إلا إذا انتهت  
الدورة) الشكل 41-7





4-7 / سير متواصل (آلي)  
تنتقل الدورة بالضغط على الزر  
decy (المعلومة)  
بعد ذلك يتم التشغيل حسب  
وضعية البادئة الشكل 42-7

الشكل 42-7

5-7 / التوقف الإستعجالي

• النوع الأول (اللين) (AUdoux (doux)

يحدث إزالة جميع أوامر التحكم ، في هذه الحالة بعض الأفعال يمكن الاحتفاظ بها أو تستطيع أن تشتبك مع  
أفعال أخرى من أجل الأمن .  
المراحل تبقى فعالة

• النوع الثاني (قوى) (AUdur (dur)

الوضع في الصفر للدورة أو لجميع الدورات : تحميل جميع المراحل الفعالة ، و تهينة (Init) الدورة إذا كانت  
هذه العملية غير خطيرة على الجزء العملي ، يجب في بعض الحالات إرجاع الآلة يدويا إلى الوضعية الابتدائية  
أو عن طريق دورة .

ملاحظة: التوقف الإستعجالي القوي (AUdur) هو الأكثر إستعمالا في الأنظمة الآلية

(8) وضع الغرافسات في شكل علاقات

1-8 / الهدف

ليكن جزء الغرافسات الممثل بالشكل 43-7

للتعبير عن نشاط المرحلة n نستعمل التمثيل التالي

$X_n = 1$  إذا كانت المرحلة نشطة

$X_n = 0$  إذا كانت المرحلة خاملة

القابلية ( الاستقبالية )  $t_n$  تمثل متغير ثنائي قيمته

$t_n = 0$  إذا كانت القابلية خاطئة

$t_n = 1$  إذا كانت القابلية صحيحة

قواعد تطور الغرافسات هي نقاط انطلاق العلاقات المنطقية

2-8 / علاقة مرحلة

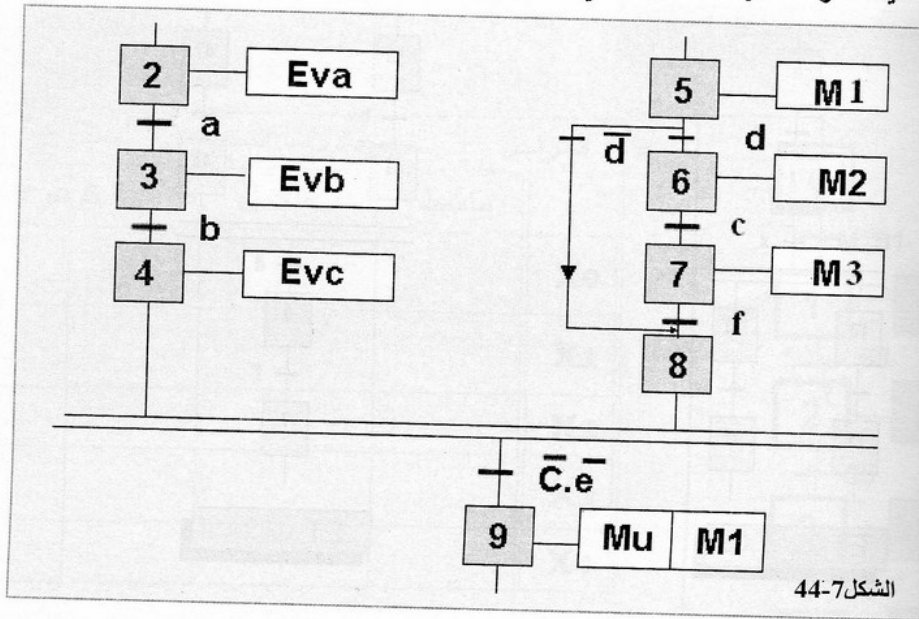
شرط تنشيط المرحلة n :

تكون المرحلة n نشطة إذا كانت المرحلة السابقة مباشرة n-1 نشطة و القابلية صحيحة  
 $X_n = X_{n-1} \cdot t_n$

و تكون المرحلة n خاملة إذا كانت المرحلة n+1 نشطة  
 $X_n = \overline{X_{n+1}}$

ومنه عبارة المرحلة n العامة تكتب كما يلي  
 $X_n = (X_{n-1} \cdot t_n + m_n) \cdot \overline{X_{n+1}}$   
مثال

يوجد معادلة تنشيط المرحلة 7 و 9 للمتمن التالي الممثل بالشكل 44-7



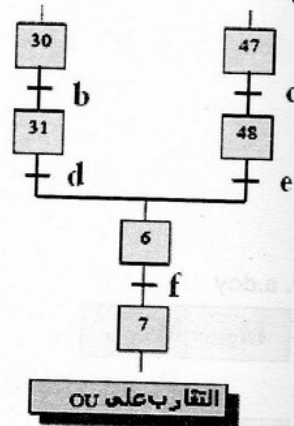
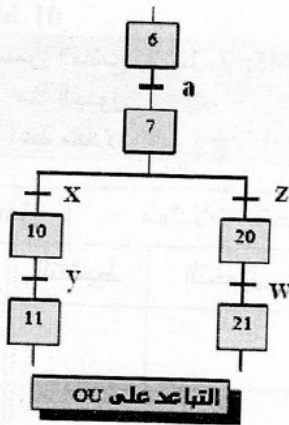
الشكل 44-7

معادلة تنشيط المرحلة 7  $X7 = (\bar{d} \cdot X6 + m7) \cdot \bar{X8}$

معادلة تنشيط المرحلة 9  $X9 = (\bar{c} \cdot \bar{e} \cdot X4 \cdot X8 + m9) \cdot \bar{X10}$

3-8 معادلات التنشيط و الإخماد على شكل جداول :

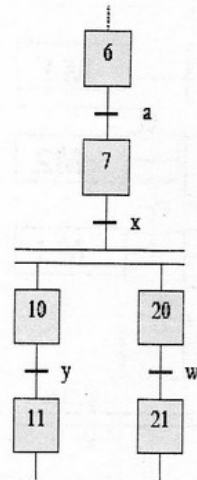
• مثال 01



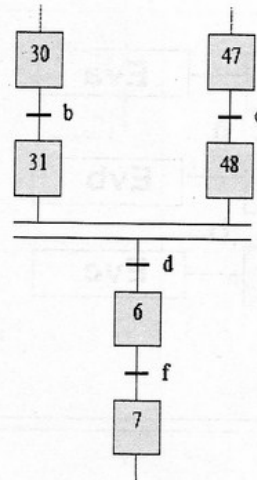
المرحلة	التنشيط	التخميل
7	$X6 \cdot a$	$X10 + X20$
10	$X7 \cdot x$	$X11$
20	$X7 \cdot z$	$X21$

المرحلة	التنشيط	التخميل
31	$X30 \cdot b$	$X6$
48	$X47 \cdot c$	$X6$
6	$X31 \cdot d + X48 \cdot e$	$X7$

• مثال 02



التقارب على ET



التباعد على ET

المرحلة	التنشيط	التخميل
7	X6 . a	X10 . X20
10	X7 . x	X11
20		X21

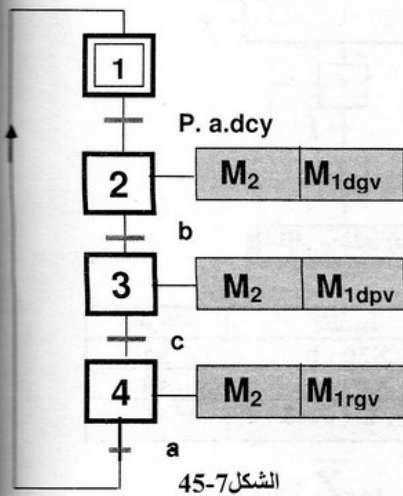
المرحلة	التنشيط	التخميل
31	X30 . b	X6
48	X47 . c	X6
6	X31 . X48 . d	X7

نشاط 01

ليكن المتمن المضح بالشكل 45-7

1- املأ الجدول

2- أعط معادلات الخروج



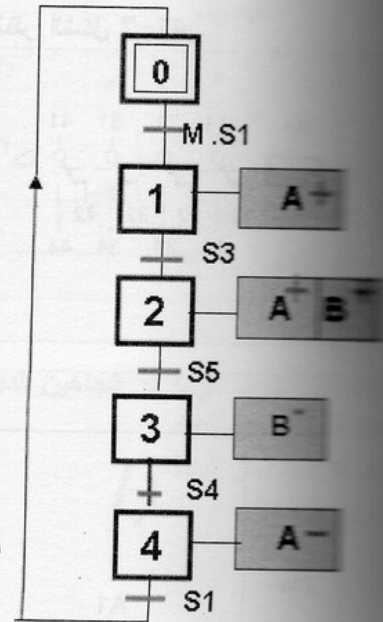
الشكل 45-7

معادلات التحكم في المخارج				المراحل
محرك	محرك	التخميل	التنشيط	
				X1
				X2
				X3
				X4



معادلات التحكم في المخارج			المراحل
الرافعة B	الرافعة A	محمل	منشط
			X0
			X1
			X2
			X3
			X4

الشكل 46-7



## (9) تجسيد الغرافسات

1-9 / التكنولوجيا الكهربائية

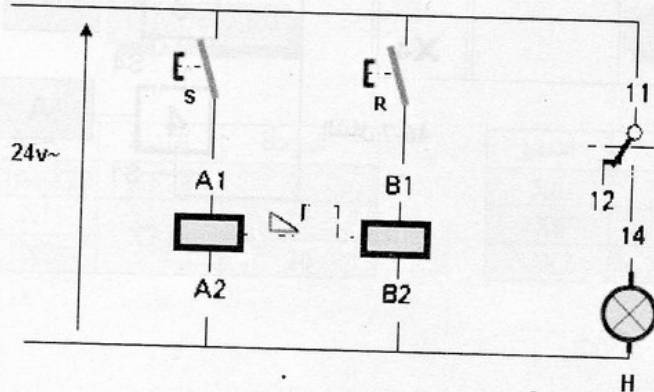
- المقياس الكهربائي: عبارة عن مرحل ثنائي الاستقرار (بذاكرة) بتشبيك ميكانيكي ، و هو يحتوي على

وشيعتين الأولى للتنشيط و الثانية للتحميل (Set-Reset) أنظر الشكل 47-7



- مبدأ العمل: عند تنشيط الوشيعه Set يؤدي ذلك إلى غلق المماسات المفتوحة و فتح المماسات المغلقة ، تبقى هذه الوضعية على هذه الوضعية ما لم تصل المعلومة إلى الوشيعه Reset

الشكل 47-7



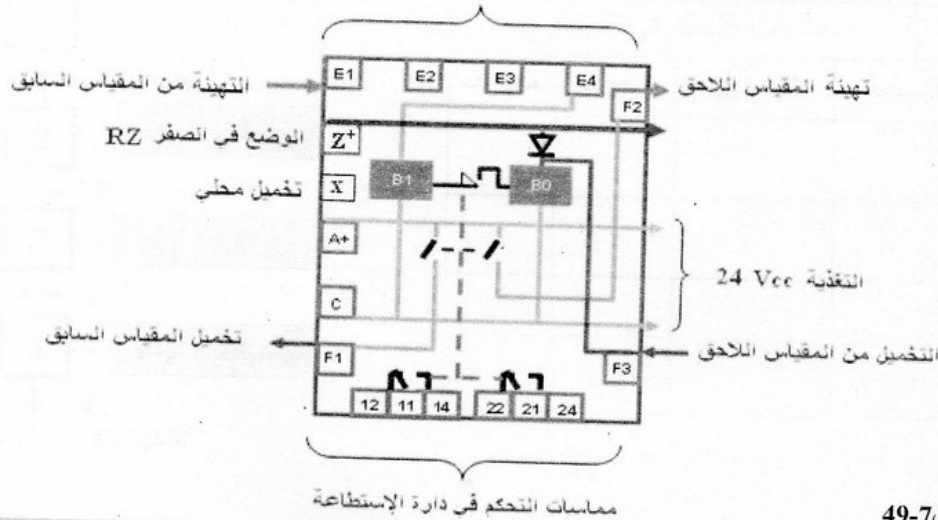
S=1  
يشغل المصباح  
S=0  
ينطفئ المصباح

الشكل 48-7

- بنية مقياس المرحلة الكهربائي

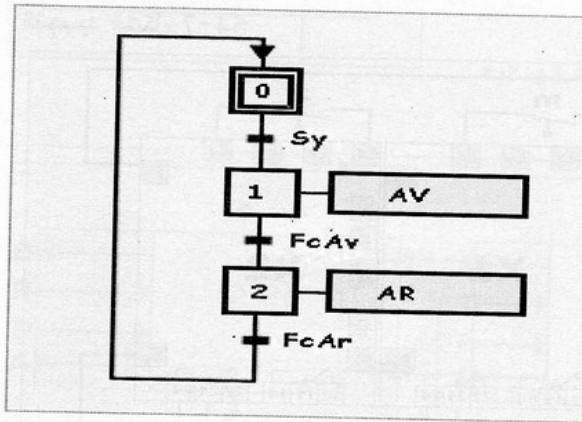
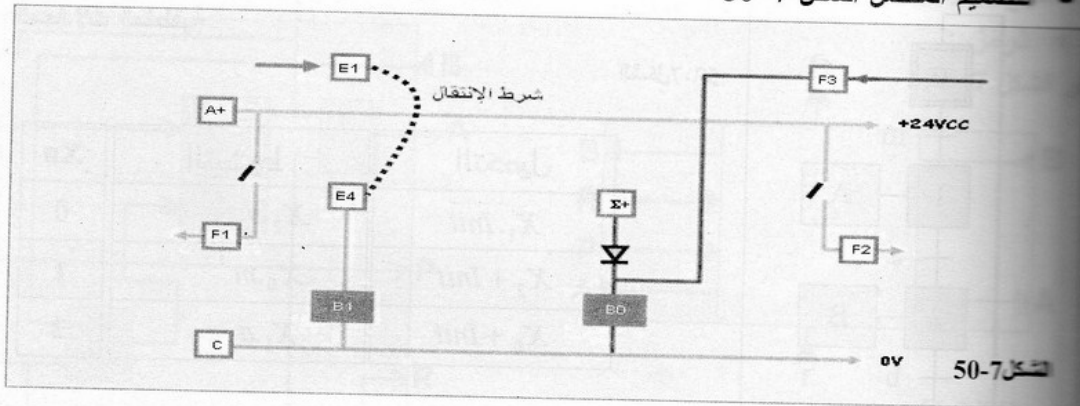
وهو يمثل مرحلة واحدة من مراحل الغرافسات الشكل 49-7

شروط الانتقال (القابليات)



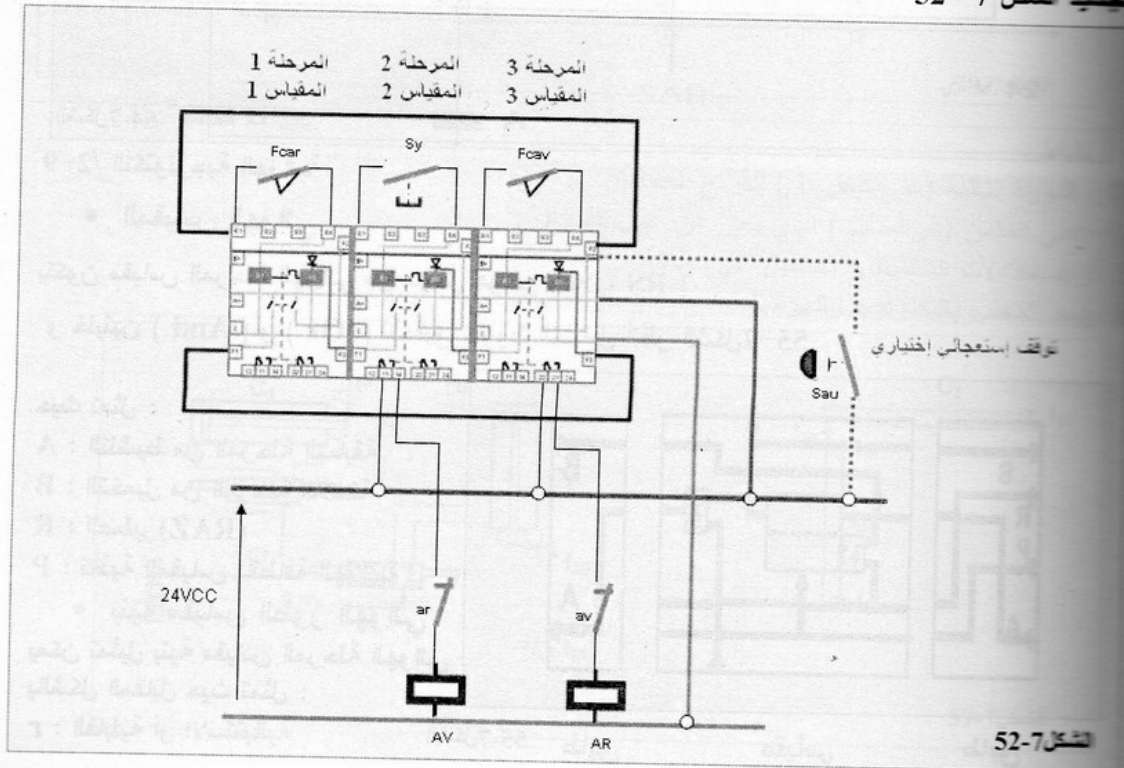
الشكل 49-7

• تصميم المفصل الشكل 7-50



متر 01  
تتحكم في محرك عربة ذو اتجاهين للدوران  
AV لذهاب نحو الأمام  
AR لذهاب نحو الخلف  
بوتون التشغيل

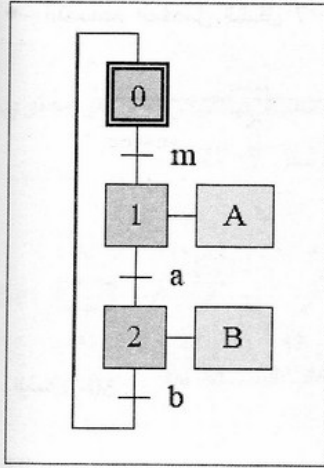
تصميم الشكل 7-52





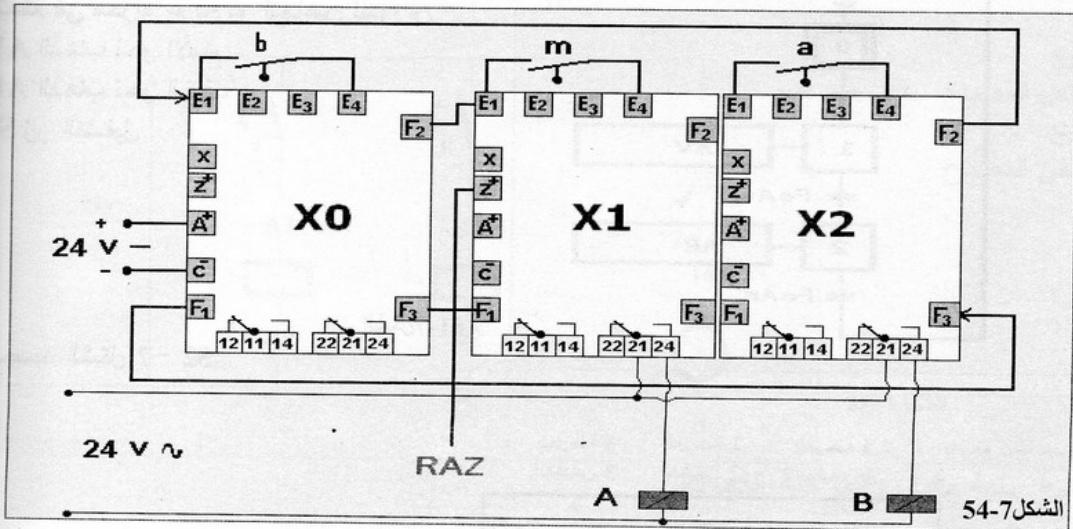
مثال 02: غرافسات بتعاقب وحيد الشكل 53-7  
المعادلات المنطقية

الشكل 53-7



التحميل	التنشيط	Xn
$X_1 \cdot \overline{Init}$	$X_2 \cdot b$	0
$X_2 + Init$	$X_0 \cdot m$	1
$X_0 + Init$	$X_1 \cdot a$	2

التجسيد الشكل 54-7

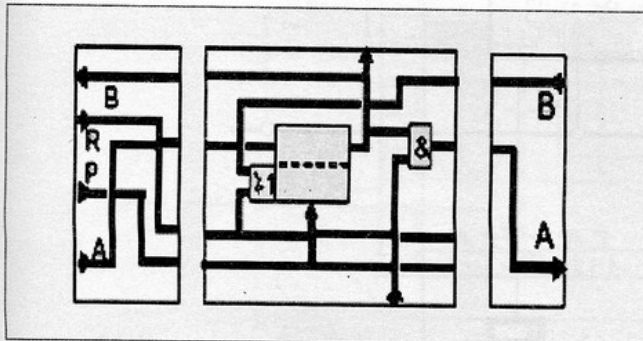


الشكل 54-7

2-9 / التكنولوجيا الهوائية  
• المقياس الهوائي

يتكون مقياس المرحلة الهوائي من مرحل هوائي (قلاب RS)

و خليتين (And) و (Or) لتحقيق شروط التشغيل أنظر الشكل 55-7



طابق  
المدخل

مقياس  
المرحلة

طابق  
المخرج

الشكل 55-7

حيث تمثل :

A : التنشيط من المرحلة السابقة

B : التحميل من المرحلة اللاحقة

R : الصفير (RAZ)

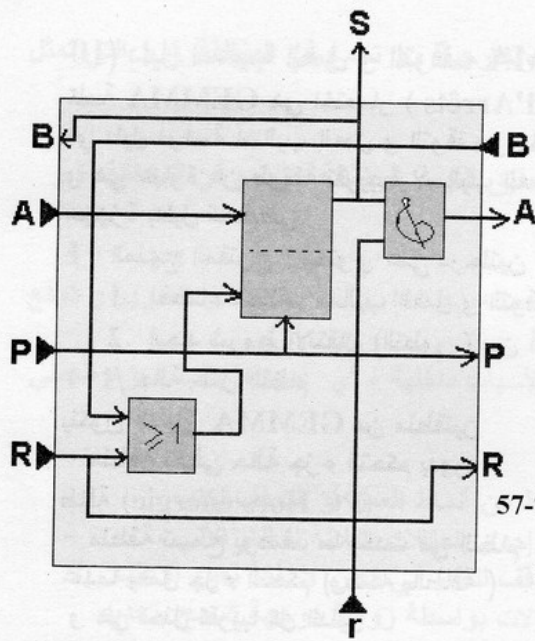
P : تغذية المقياس بالطاقة الهوائية

• بنية مقياس الطور الهوائي

يمكن تمثيل بنية مقياس المرحلة الهوائي

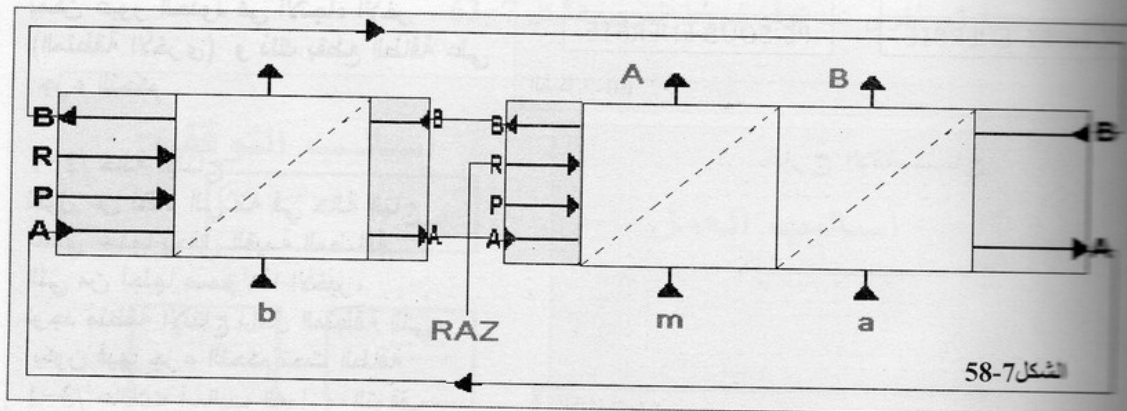
بالشكل المقابل حيث تمثل :

r : القابلية أو الاستقبالية



الشكل 57-7

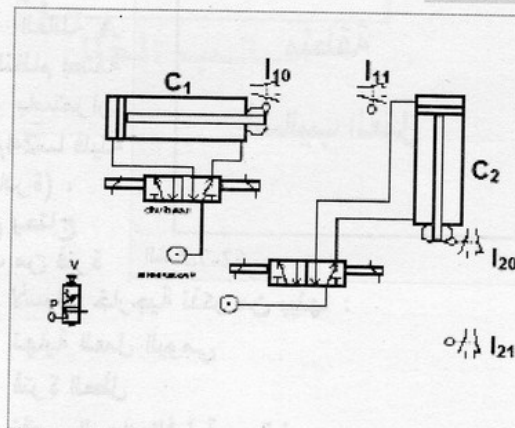
مطل تحقيق المثال 02 السابق باستعمال التكنولوجيا الهوائية  
الشكل 58-7



الشكل 58-7

تشاط :

- 1- تكون الدورة التالية (على شكل L) للذراع العاملة
- 2- اعطى المتمن (غرافسات) الذي يعبر عن عمل الذراع
- 3- توجد معادلات التنشيط و التخميل لكل مرحلة
- 4- جد المعقب بالتكنولوجيا الهوائية



الشكل 59-7

## (10) دليل أساليب العمل و التوقف GEMMA

كلمة GEMMA هي اختصار ( Guide D'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts )

أي دليل دراسة أساليب العمل و التوقف و تختصر ( د د أ ع ت )  
و هي عبارة عن طريقة تقريبية لأساليب العمل و التوقف لنظام آلي ، أسست على عدة تصورات قاعدية ،  
مجهزة بدليل تخطيطي.

1- المنهج المقترح : يحتوي على مرحلتين

1. إحصاء مختلف أساليب العمل و التوقف التي نريد أن تحتويها الآلة ، وتوضيح تسلسلها .

2. إيجاد شروط الانتقال (التطور) بين أسلوب و آخر

1-1/ حالة عمل النظام

يتكون الدليل GEMMA من منطقتين

- منطقة تكافئ حالة جزء التحكم بدون

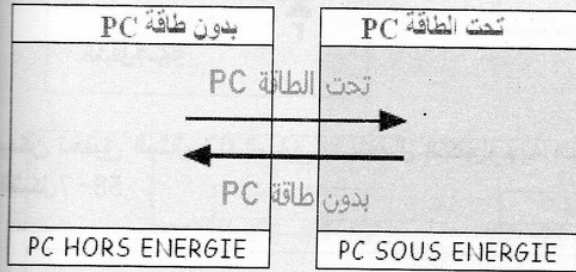
طاقة (PC Hors énergie)

- منطقة تسمح بوصف ما يحدث في النظام  
عندما يعمل جزء التحكم (وصله بالطاقة)

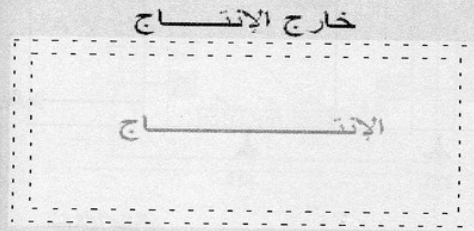
و هي تحتل تقريبا كل الدليل

يمكن عبور الحدود في الاتجاه الآخر  
(المنطقة الأخرى) و ذلك بقطع الطاقة على

جزء التحكم



الشكل 60-7



الشكل 61-7

1-2/ حالة الإنتاج

نقول عن نظام آلي أنه في حالة إنتاج

عادي عندما يحقق القيمة المضافة

التي من أجلها صمم هذا الأخير،

توجد منطقة الإنتاج داخل المنطقة التي

يكون فيها جزء التحكم تحت الطاقة

1-3/ عائلات أساليب العمل و التوقف

يمكن تصنيف

ثلاث أكبر عائلات

خاصة بأساليب

العمل و التوقف

لنظام آلي

• العائلة A

عمل النظام بصفة

آلية و باستمرار

24سا/24سا قليلة

جدا (نادرة) ،

فالنظام يحتاج

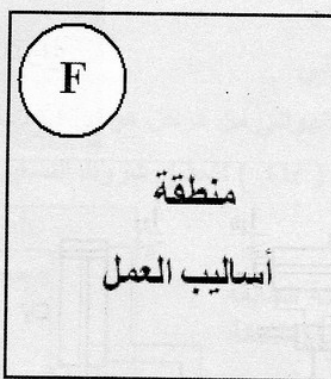
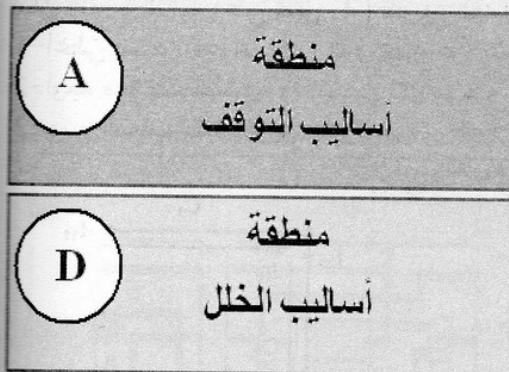
للتوقف من فترة

لأخرى لأسباب خارجية نذكر من بينها :

• نهاية العمل اليومي

• فترة العطل

• نقص المواد الأولية ، إلخ...



الشكل 62-7



تقع في هذه العائلة كافة أساليب توقف النظام الممكنة لأسباب خارجية ، و تجمع في المنطقة A و التي تمثل أساليب التوقف.

• العائلة F

تقع في هذه العائلة جميع الأساليب أو الحالات الضرورية لتحقيق القيمة المضافة ، تجمع في المنطقة F و التي تمثل أساليب العمل.

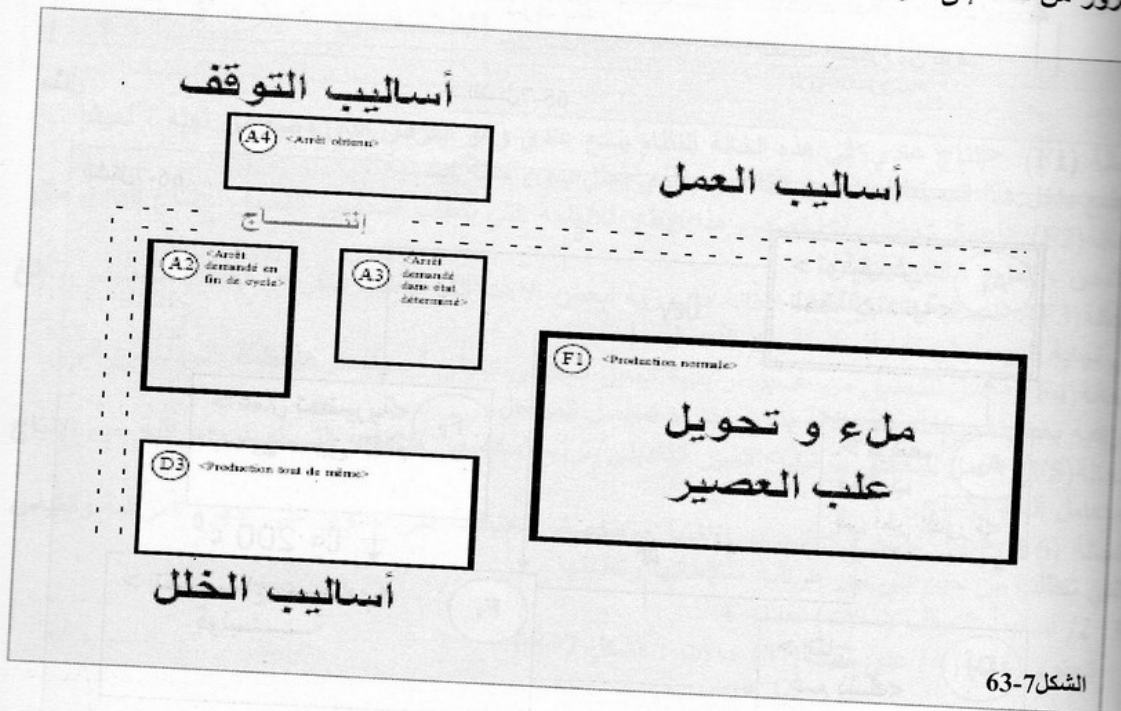
• العائلة D

من النادر جدا أن يعمل نظام آلي دون أي خلل طوال فترة استعماله (حياته) ، لذلك يصبح من الضروري توقع الاختلالات (الإعطاب).

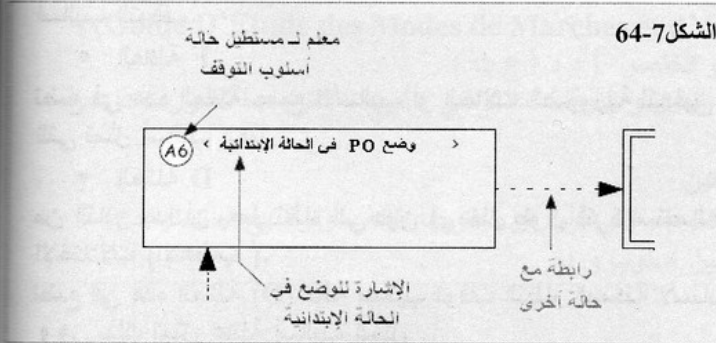
تقع في هذه العائلة (D) كافة أساليب توقف النظام الممكنة لأسباب داخلية ، أي أسباب عطب الجزء العملي وهي بذلك تمثل عائلة أساليب الخلل .

2- مستطيلات الحالات

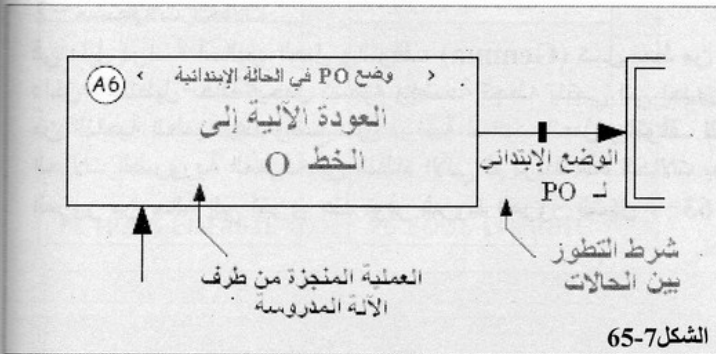
في دليل دراسة أساليب العمل والتوقف (Gemma) كل نمط من أنماط العمل أو التوقف يكتب داخل مستطيل -حالة- يحمل تسمية واضحة تجعله ينتمي إلى إحدى العائلات الثلاثة للنظام الآلي ، من الناحية العلمية عند وضع دليل دراسة أساليب العمل والتوقف لنظام آلي معين لا نأخذ بعين الاعتبار إلا الحالات الضرورية المعرفة في النظام الآلي ثم نربط هذه الحالات بواسطة روابط موجهة تسمح بتحديد المرور من حالة إلى أخرى عند توفر شروط المرور الشكل 7-63 .



الشكل 7-63

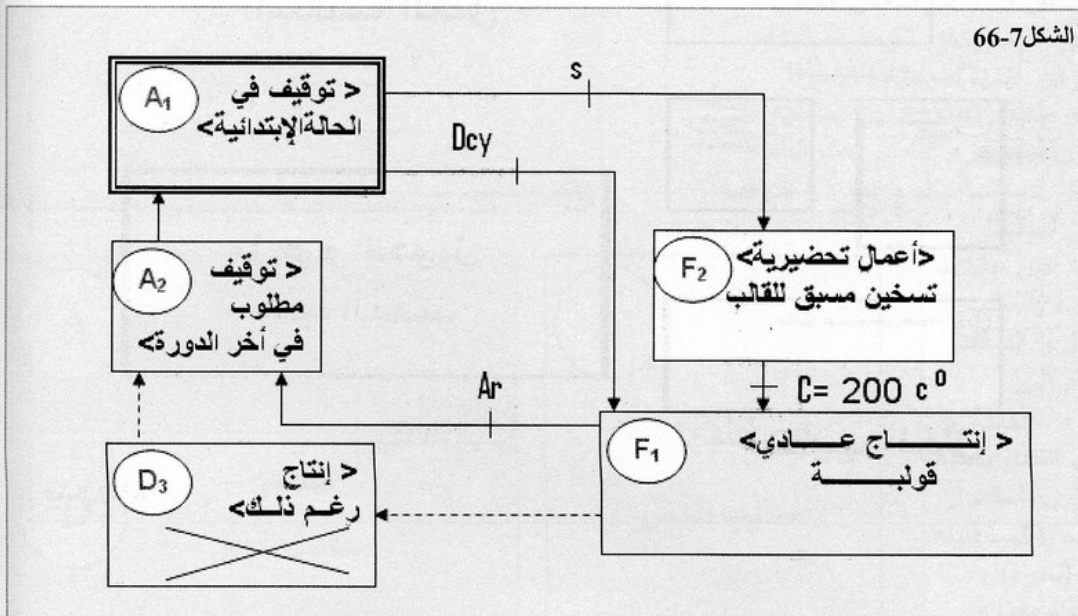


1-2/ مثال عن مستطيل - حالة  
A6 هو معلم مستطيل الحالة ، A  
تدل على أن الحالة المعنية تنتمي  
إلى أساليب التوقف ، الإمكانيات  
الرئيسية للروابط الموجهة من حالة  
إلى أخرى تظهر بخطوط متقطعة  
الشكل 64-7



2-2/ استعمال مستطيل حالة  
مستطيل الحالة المأخوذ يملأ كتابيا، أي  
تحديد العملية المنجزة من طرف الآلة  
المدروسة ، و نحدد الروابط الموجهة  
و شروط الانتقال أو المرور .  
الشكل 65-7

مثال

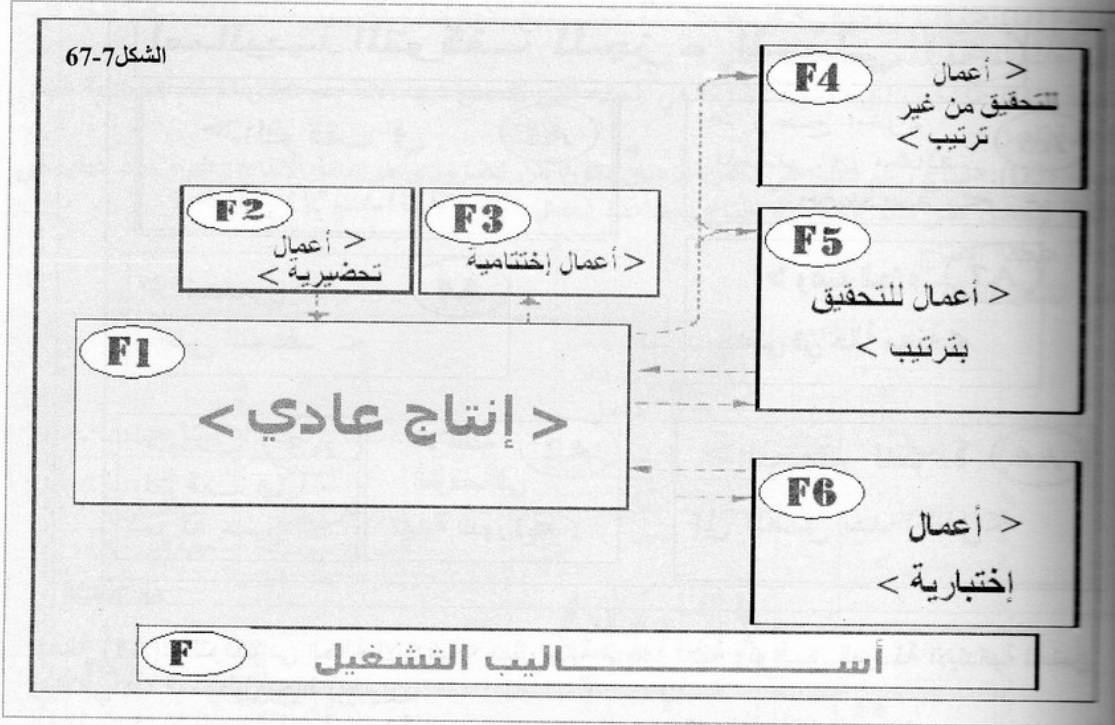


3- تعريف حالات العمل و التوقف

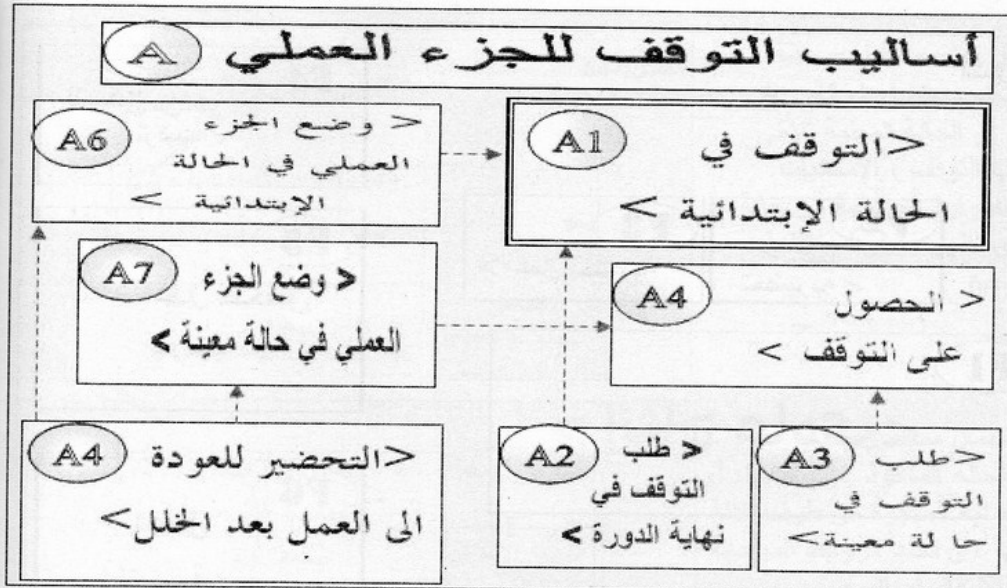
1-3/ أساليب (حالات) العمل العائلة F

تحتوي العائلة (F) على ستة (06) حالات : الشكل 67-7

الشكل 7-67



- لحظة (F1): <إنتاج عادي> في هذه الحالة النظام ينتج عادي وهو الغرض الذي وضع من أجله ، أحيانا يوضع داخل هذا المستطيل المتمن القاعدي والذي يُمثل بدون حالة ابتدائية .
- لحظة (F2): <أعمال تحضيرية> يخصص هذا الإطار للأنظمة التي تتطلب التحضير المسبق للإنتاج العادي مثل التسخين ، الملء ، التسخين .
- لحظة (F3): <أعمال إختامية> هذه الحالة ضرورية لبعض الآلات التي تتطلب التفريغ ، المسح ، التنظيف ... إلخ في نهاية اليوم أو في نهاية سلسلة من الأعمال.
- لحظة (F4): <عمل للتحقيق من غير ترتيب> "السير التعديلي الكيفي" مخصص للأنظمة التي تحتاج إلى مراقبة بعض الحركات على الآلة بدون احترام تسلسل المراحل
- لحظة (F5): <عمل للتحقيق بترتيب> "السير التعديلي بترتيب" مخصص للأنظمة التي تستلزم مراقبة سير الإنتاج يستعمل أثناء الإنتاج .
- لحظة (F6): <عمل إختباري> "السير الإختباري" مخصص للأنظمة التي تحتوي على أجهزة المراقبة والقياس التي تتطلب من حين إلى آخر مراقبة ملتقطاتها وتعديلها .
- 2-3 / أساليب التوقف (حالات) لعائلة A
- تحتوي عائلة (A) على سبعة (07) حالات : الشكل 7-68



الشكل 7-68

الحالة (A1): <التوقف في الحالة الابتدائية> تمثل حالة الراحة للآلة وتوافق المرحلة الابتدائية للمتمن وبالتالي هذا المستطيل يحاط بإطارين.

الحالة (A2): <طلب التوقف في نهاية الدورة> عندما يطلب التوقف، فإن الآلة تستمر في الإنتاج إلى غاية نهاية الدورة ثم يتم التوقف إذن A2 هي حالة انتقالية لـ: A1.

الحالة (A3): <طلب التوقف في حالة معينة> الآلة تستمر في الإنتاج إلى غاية التوقف في وضعية ليست بنهاية الدورة إذن A3 هي حالة انتقالية لـ: A4.

الحالة (A4): <الحصول على التوقف> تتوقف الآلة في وضعية ليست بنهاية الدورة

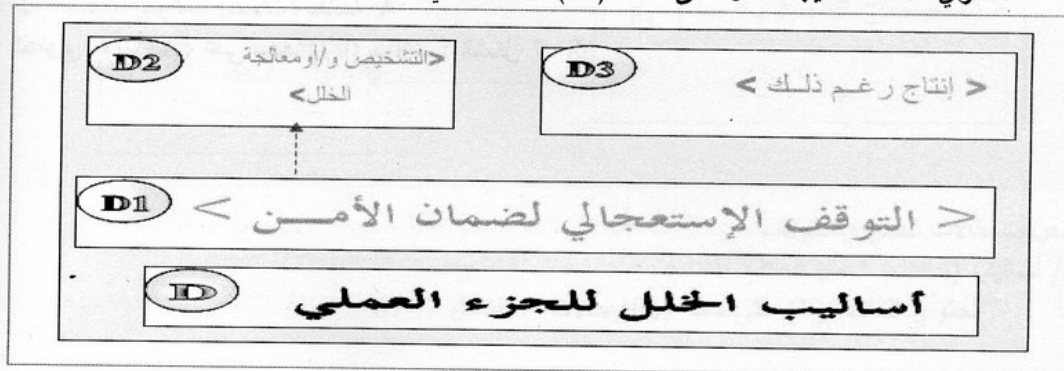
الحالة (A5): <التحضير لإعادة التشغيل بعد الخلل> في هذه الحالة تنجز العمليات التالية: التنظيف، التحرير... إلخ وهي العمليات الضرورية لإعادة الآلة إلى العمل بعد حدوث خلل معين.

الحالة (A6): <وضع الجزء العملي P.O في الحالة الابتدائية> هي الحالة التي يتم فيها إعادة الجزء المنفذ (العلمي) يدويا أو آليا إلى وضعيته الابتدائية لإعادة التشغيل من هذه الوضعية.

الحالة (A7): <وضع الجزء العملي P.O في حالة معينة> في هذه الحالة يتم إعادة الجزء العلمي إلى وضعية معينة قصد إعادة التشغيل من هذه المرحلة.

3-3 / أساليب (حالات) العائلة D:

تحتوي عائلة أساليب الخلل على ثلاثة (03) حالات وهي:



الشكل 7-69



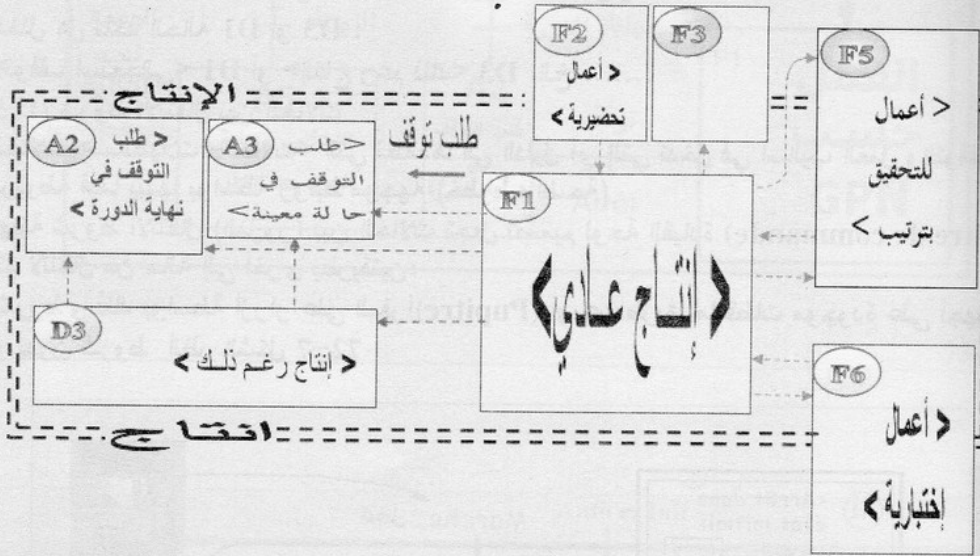
الحالة (D1): <توقف استعجالي> في هذه الحالة تتخذ جميع الاحتياطات الضرورية للتوقيفات ، كما تتخذ كل الإجراءات اللازمة لتفادي مخلفات الخلل.

الحالة (D2): <كشف و/أو معالجة الخلل> هي الحالة التي تفحص فيها الآلة بعد الخلل ثم تتم المعالجة قصد إعادة للعمل .

الحالة (D3): <إنتاج رغم ذلك> في بعض الأحيان يكون من الضروري مواصلة الإنتاج رغم وجود عطب في الآلة فنحصل على منتج سيئ أو إنتاج بمساعدة العمال.

3-4 / منطقة الإنتاج

نظر الشكل 70-7



الشكل 70-7

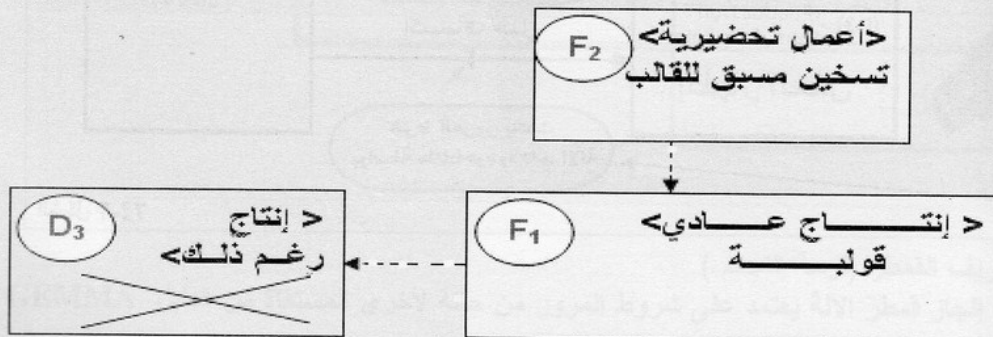
#### 4- طريقة استعمال الـ GEMMA

توقع و ندرس أساليب العمل و التوقف انطلاقا من تصميم الآلة ثم نقوم بدمجها أثناء التجسيد (التحقيق). بعد تهيئة غرافسات الأعمال العادية (GPN) نشرع في استعمال الدليل (GEMMA) و ذلك من أجل اختيار أساليب العمل و التوقف المتوقعة .

من أجل آلة ما يكون من الضروري دراسة حالة كل مستطيل-حالة إذا اختير مستطيل-حالة في عمل الآلة يجب كتابة عليه نوع العمل المطلوب

أما إذا لم يُختَر فتوضع عليه علامة X الشكل 71-7

الشكل 71-7



##### 5- البحث عن التطورات بين الحالات

حالتان أساسيتان تُعرفان في بداية الدراسة و تكونان حاضرتان دائما في أي نظام آلي الحالة (A1) (التوقف في الحالة الابتدائية) أو (حالة الراحة) (للآلة (النظام الآلي) الحالة (F1) أسلوب العمل العادي الذي من أجله صنعت الآلة .

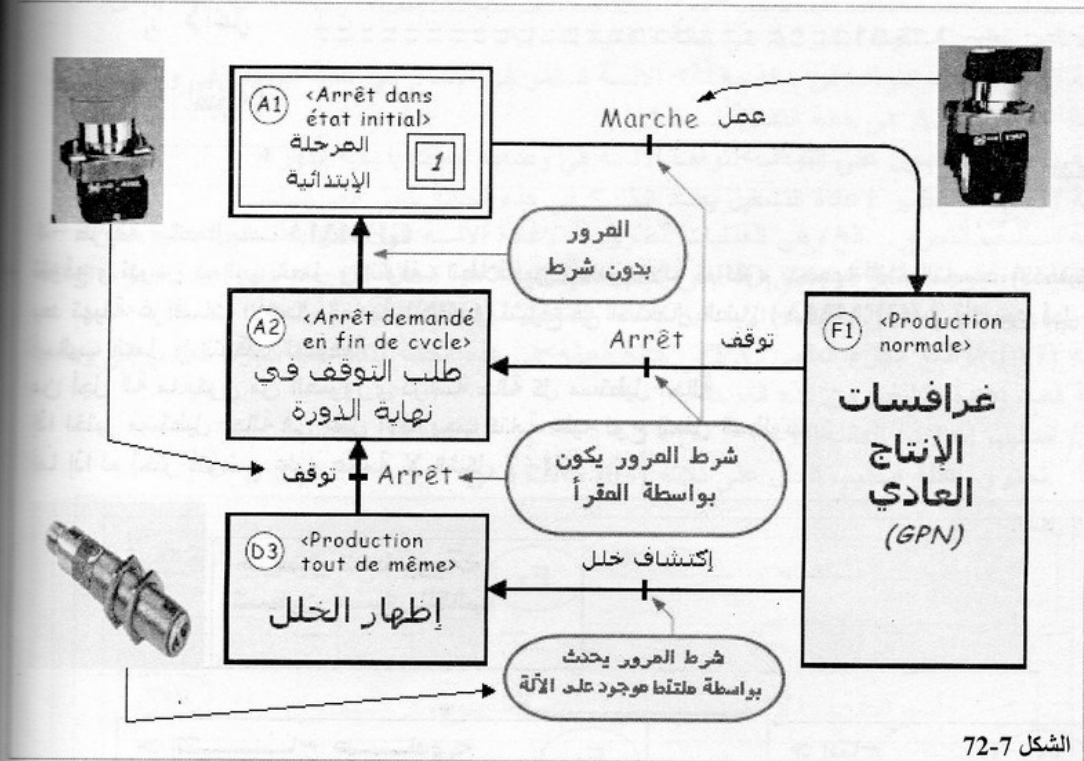
نبدأ في البحث عن التطورات بين الحالات انطلاقا من الحالتين الأساسيتين A1 و F1 تكون البداية من انطلاق تشغيل الآلة أي المرور من الحالة A1 إلى الحالة F1 و ذلك بطرح السؤال هل تحتاج لمرحلة تحضيرية (الحالة F2) أم لا ؟  
التوقف هل نختار التوقف الأول أو الثاني :

F1 ..... A3 ..... A4 أو F1 ..... A2 ..... A1  
الخلل هل نأخذ الحالة D1 أو D3 :

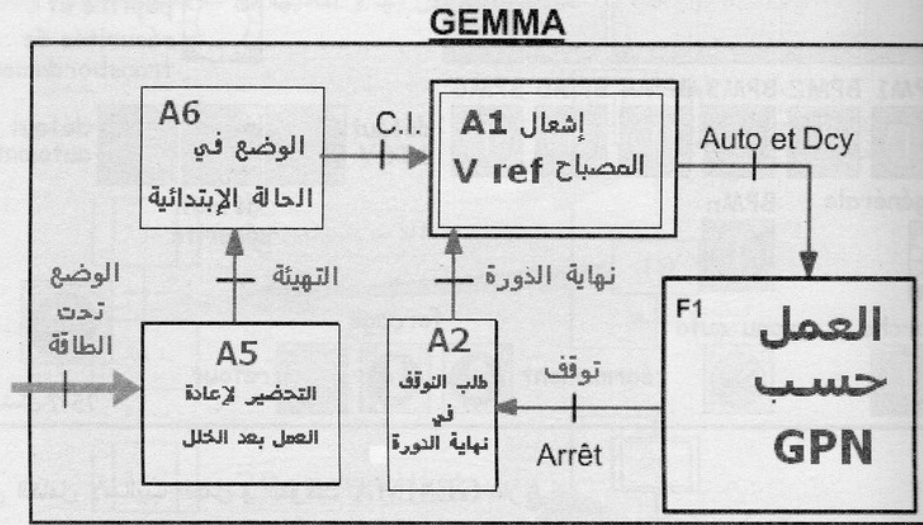
توقف استعجالي < D1 أو > إنتاج رغم ذلك < D3 الخ .....>

##### 5-1/ شروط الانتقال بين الحالات

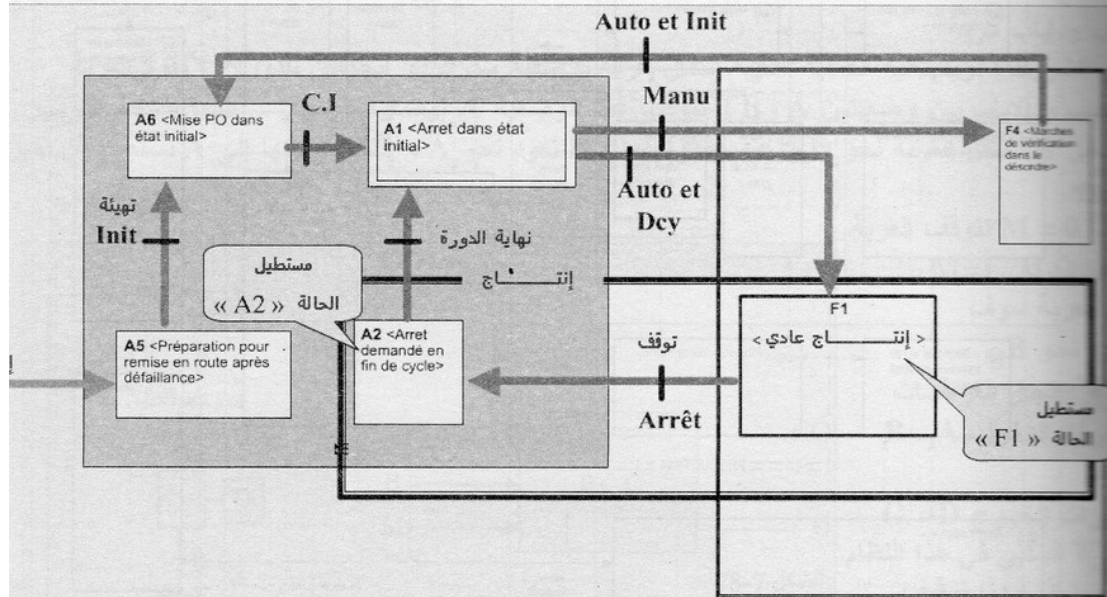
الحالات <مستطيلات - حالات> التي نعتمدها في الدليل أي التي تدخل في أساليب العمل والتوقف للآلة تكون مربوطة فيما بينها بواسطة روابط موجهة (خطوط واضحة)  
تهيئة شروط الانتقال (المرور) بين الحالات تجعل تصميم لوحة القيادة (pupitre de commande) ممكنا يتم الانتقال من حالة إلى أخرى بطريقتين:  
بشروط و ذلك بواسطة أزرار على المقرا (Pupitre) أو عن طريق ملتقطات موجودة على أجهزة النظام أو بدون شروط أنظر الشكل 72-7



الشكل 72-7



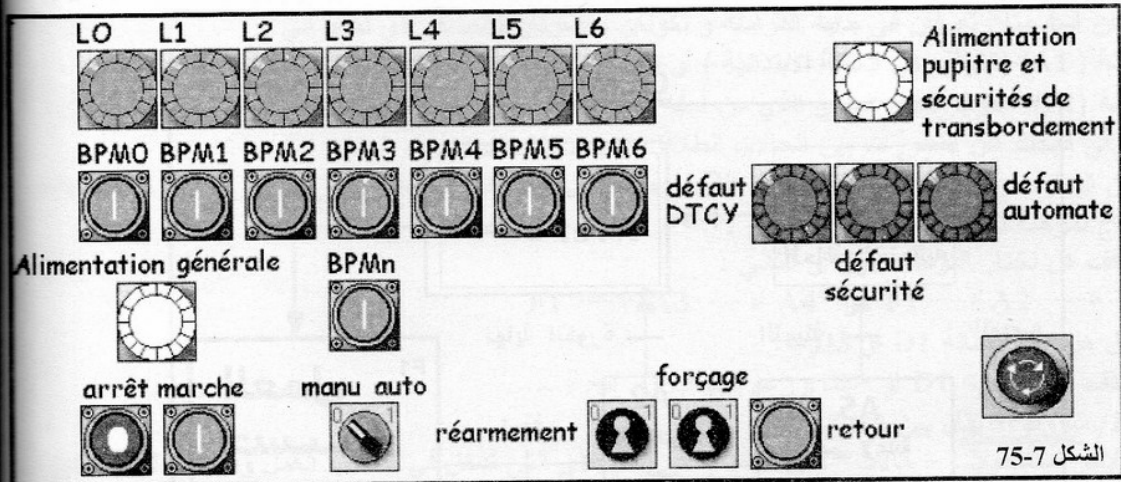
الشكل 73-7



الشكل 74-7

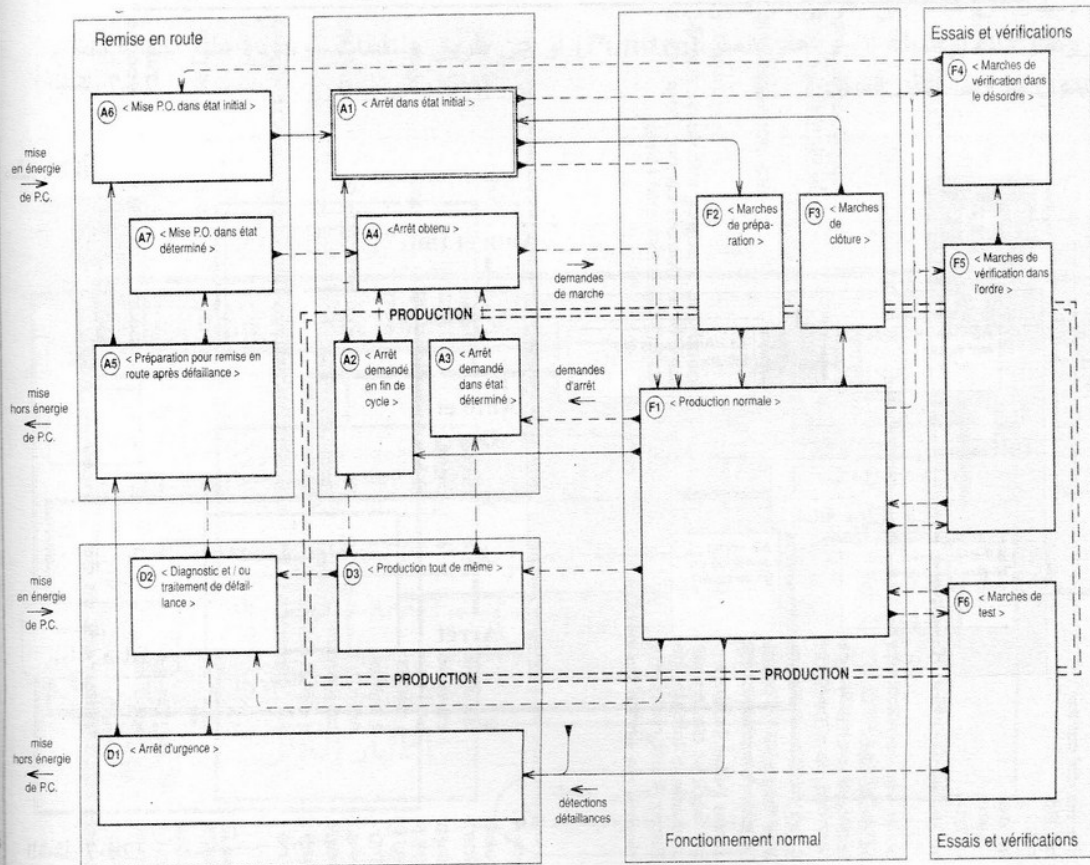
5-2/ تعريف القمطر (لوحة التحكم) تصميم و إنجاز قمطر الآلة يعتمد على شروط المرور من حالة لأخرى المستقاة من الدليل GEMMA





الشكل 75-7

### الدليل الكامل لأساليب العمل و التوقف GEMMA فارغ



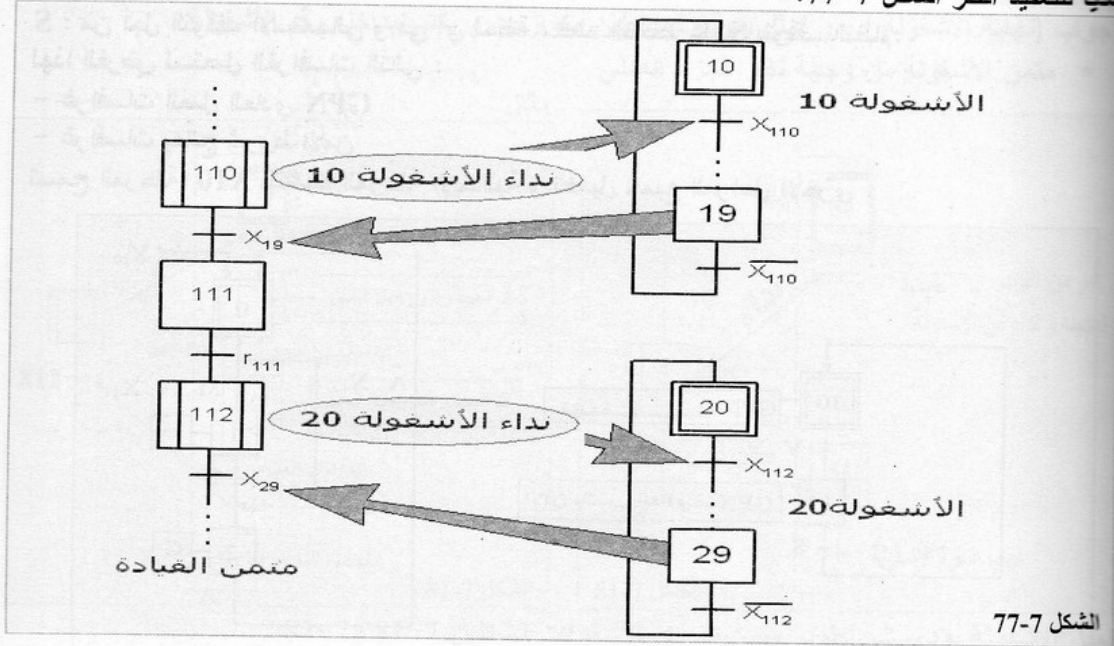
الشكل 76-7

« Réf 7-1 » للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع



# 11) المتمعن متعدد الأشغولات

عندما تتكرر أشغولة من الأشغولات في دفتر الشروط عدة مرات ، يكون في إمكاننا عوض تكرارها في كل مرة في الغرافسات الكامل ، يمكننا أن ننجز لها غرافسات خاص بها و نناديها كل ما احتجنا إليها ، وذلك تقدياً للتعقيد أنظر الشكل 77-7.



## 1- مثال

ذهاب و إياب عربة

دفتر الشروط : نريد تأليه العملية التالية إنتقال عربة بواسطة محرك ذو اتجاهين للدوران ، تقوم العربة بالذهاب و الإياب بين وضعيتين A و B و تتوقف عند الوضعية A (وضعية الراحة) ، عندما نضغط على زر التشغيل M تنتقل العربة نحو B و عند وصولها إلى B تعود نحو A و أثناء عودتها إلى A نستطيع أن نميز حالتين

- إذا  $M = 0$  تتوقف العربة

- أما إذا كان  $M = 1$

فإن العربة سوف

تعود نحو B .

• إنجاز الغرافسات

متغيرات الدخول A ، B ،

M ،

متغيرات الخروج D ، G

الشيء السلبي في هذا النظام

هو أننا إذا أردنا توقيف

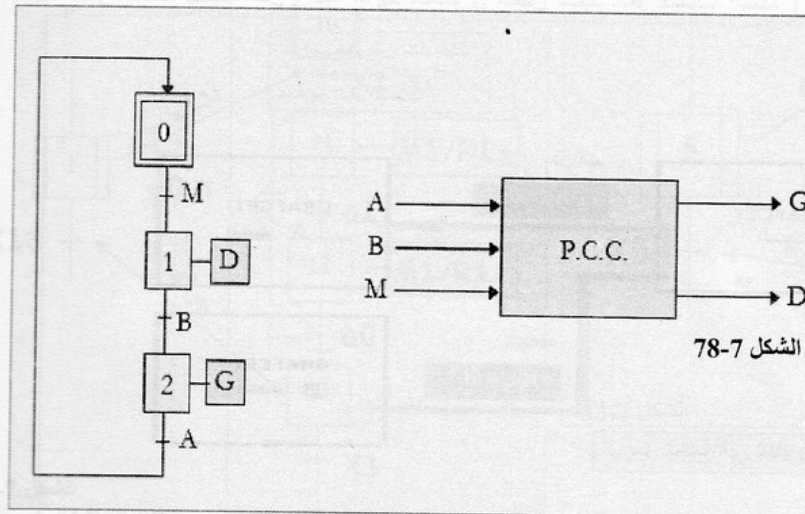
العربة في لحظة ما يجب

أن ننتظر عودتها إلى

الوضعية A ، و إذا كانت

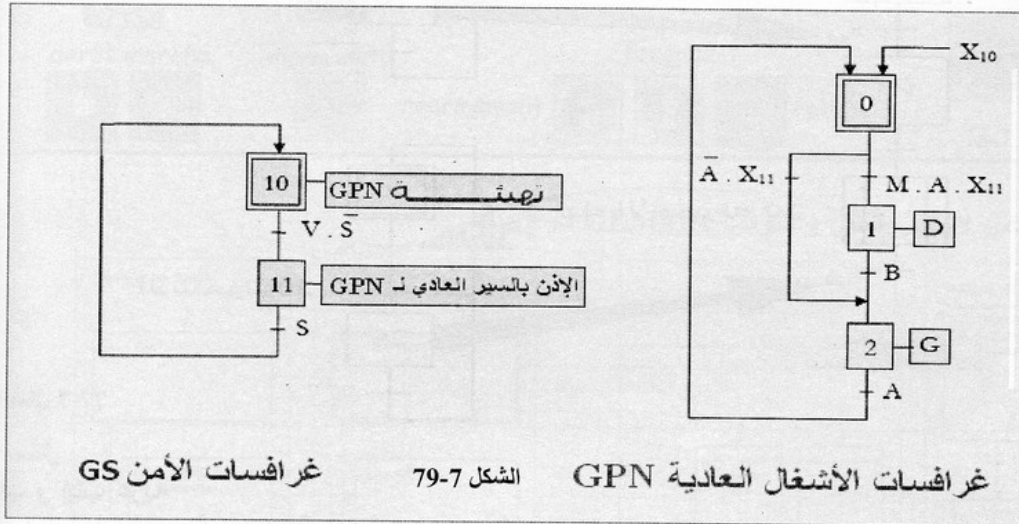
إعادة إنطلاق دورة جديدة

تتطلب تهيئة ما فلا بد من إعادة العملية في كل مرة ، و لتفادي هذه الإشكاليات نقترح ما يلي:



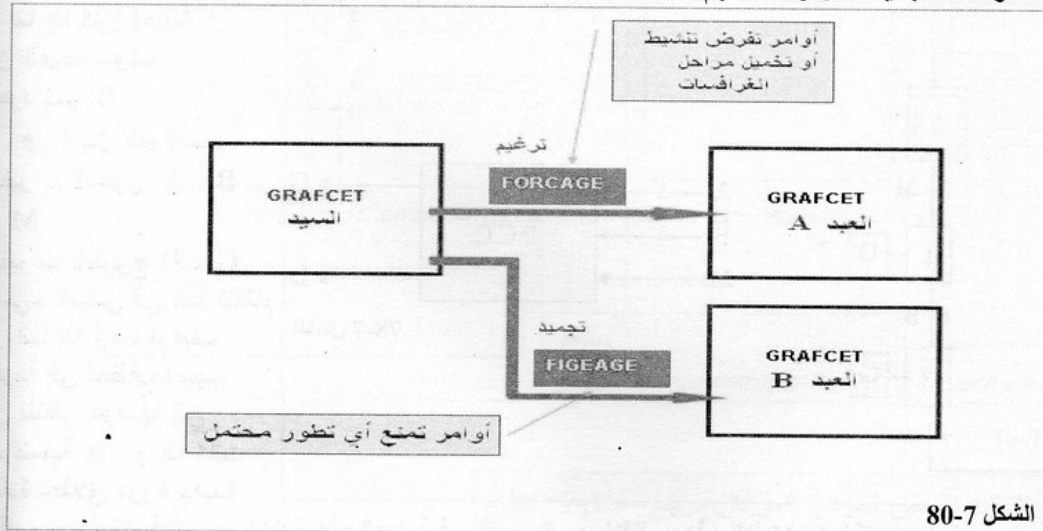
• الوضع الأمني

نغير في دفتر الشروط و ذلك بإضافة زررين آخرين V و S  
V : من أجل تنشيط النظام ، إذا كان  $V=0$  لا يكون له تأثير حتى و إن لم تكن العربة في الوضعية A ، فتعود إليها بمجرد تنشيط V .  
S : من أجل التوقف الاستعجالي و في أي لحظة ، فعند الضغط على S يتوقف النظام .  
لهذا الغرض نستعمل الغرافسات التالية :  
- غرافسات العمل العادي GPN  
- غرافسات يعالج شروط الأمن  
تسمح المرحلة X10 بتنشيط المرحلة الابتدائية و تحميل جميع المراحل الأخرى .



ملاحظة : نلاحظ أن غرافسات الأمن GS له الأولوية و هو الذي يعطي الأمر بتطور غرافسات العمل العادي GPN

الغرافسات الحديثة تستعمل مفهوم جديد لحل التعقيدات المتزايدة في الأنظمة الآلية (المثال السابق) و هو تعدد الغرافسات بحيث لكل واحد منهم مستوى معين فنجد الغرافسات السيد و غرافسات العبد أنظر الشكل 7-80



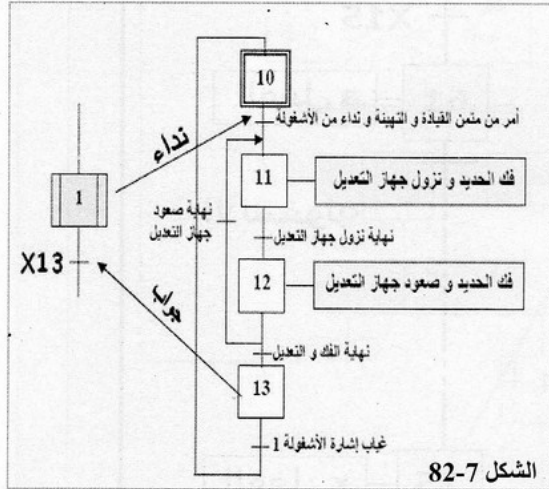
حيث أن الغرافسات السيد هو الذي يسير تطور مراحل النظام و يعطي أوامر تجميد أو ترغيم المراحل ، و تبادل المعلومات يتم بواسطة نداء و جواب .

2- مفهوم الأشغولة

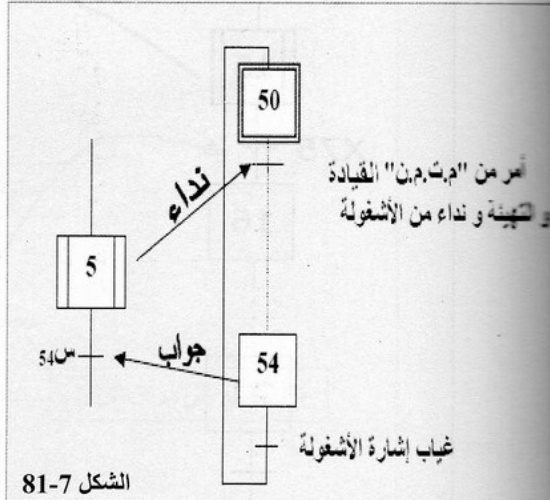
هي عبارة عن مراحل متتالية و مرتبطة فيما بينها و لها نفس الهدف ، و لكل أشغولة نداء (بداية الأشغولة ) و جواب (نهاية الأشغولة ) ، و تمثل بمربع له خطين متوازيين و يكتب بداخله رقم الأشغولة .

• متمن الأشغولة من وجهة نظر الجزء العملي

مثال



الشكل 82-7



الشكل 81-7

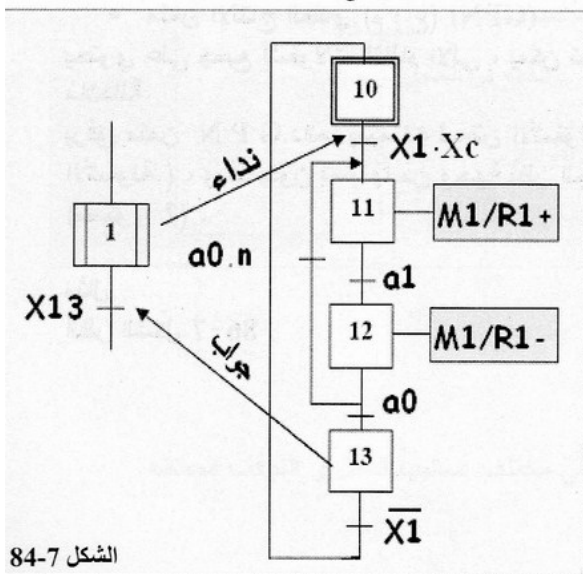
تحميل الأشغولة يؤدي إلى تطوير متمن تنسيق الأشغولات الشكليين 81-7 و 82-7

• متمن الأشغولة من وجهة نظر جزء التحكم

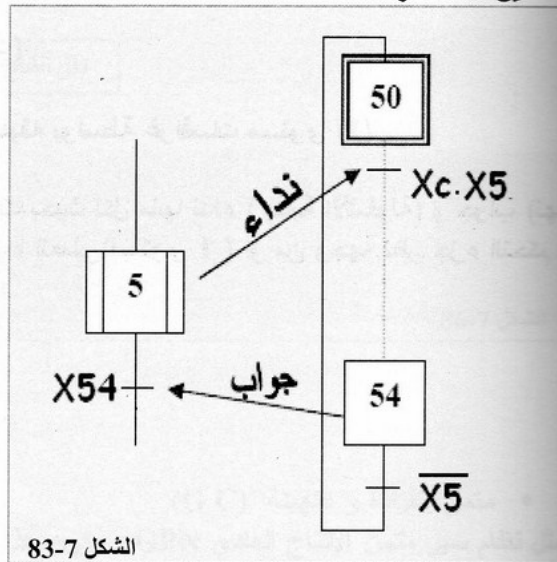
المرحلة الأخيرة من متمن الأشغولة تسمح بتطوير المتمن إذا كانت نشطة و القابلية صحيحة .

الشكليين 83-7 و 84-7

مثال

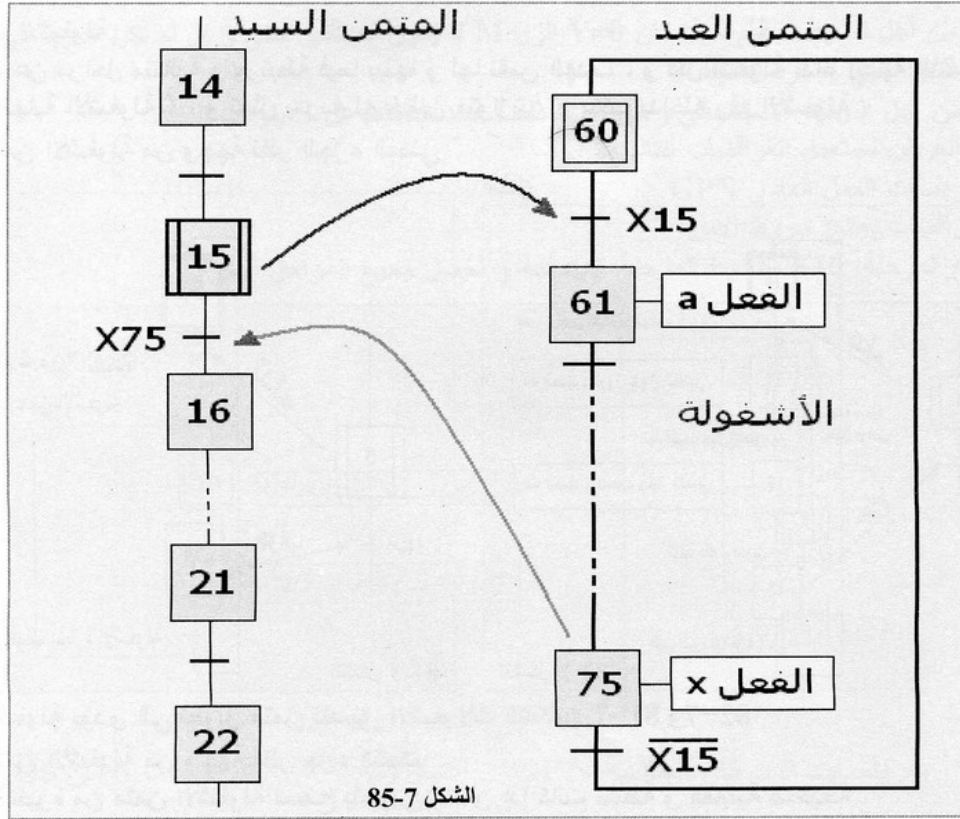


الشكل 84-7



الشكل 83-7

مثال



3- أنواع الغرافسات

في الغرافسات الحديثة نعرف عدة متمنات (غرافسات)

• متمن الإنتاج العادي (م | ع) (GPN)

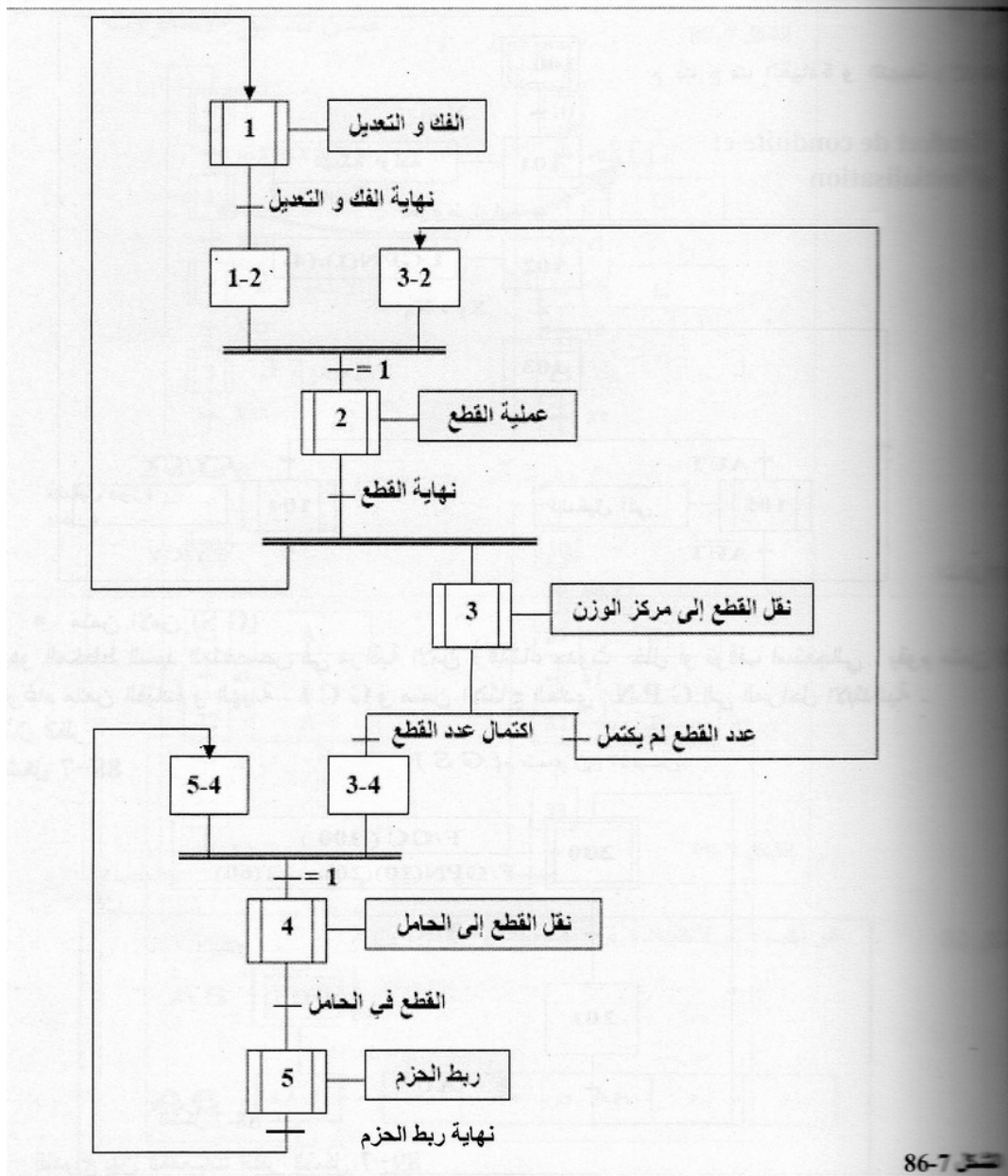
يحتوي على جميع أشغولات النظام الآلي ، يمكن تحقيقه بواسطة غرافسات مستوى (1) ملاحظة

يرفق متمن GPN دائما بتمنات لبعض الأشغولات بحيث لكل منها نداء ( بداية الأشغولة) و جواب (نهية الأشغولة ) ، و قد يكون تمثيلها من وجهة نظر الجزء العملي (مستوى 1 ) أو من وجهة نظر جزء التحكم (مستوى 2) .

مثال

أنظر الشكل 7-86





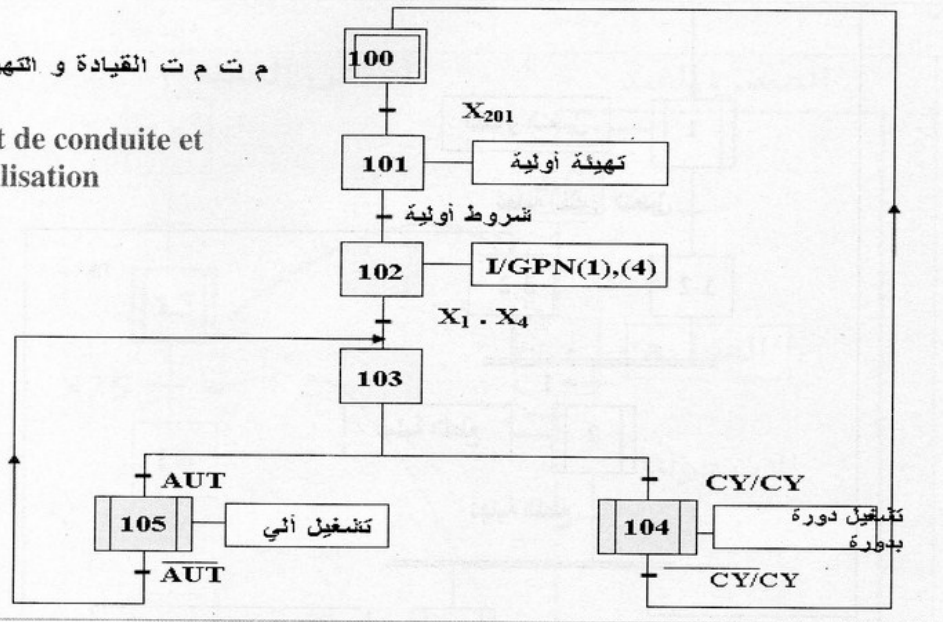
الشكل 7-86

• متمعن القيادة و التهيئة (G C)   
 متمعن سير متمعن الإنتاج العادي GPN و يكون هذا في مختلف أساليب العمل و التوقف الممكنة.   
 متمعن نظر الشكل 7-87

م ت م ت القيادة و التهينة (G C)

Grafct de conduite et d'initialisation

الشكل 87-7

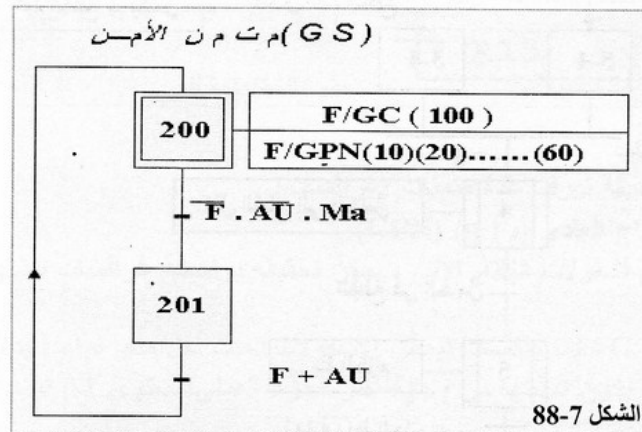


• متمن الأمن (G S)

وهو المخطط السيد المتخصص في مراقبة الأمن ، فائثناء حدوث خلل أو توقف استعجالي ، يقوم متمن الأمن بارغام متمن القيادة و الهينة G C I و متمن الإنتاج العادي G P N إلى المراحل الابتدائية .  
مثال أنظر

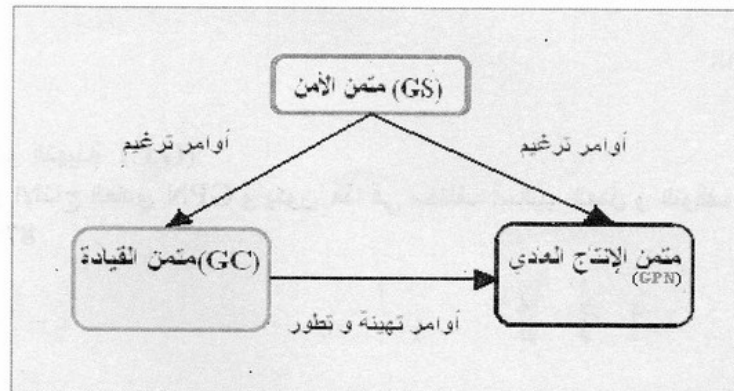
الشكل 88-7

م ت م ن الأمن (G S)



الشكل 88-7

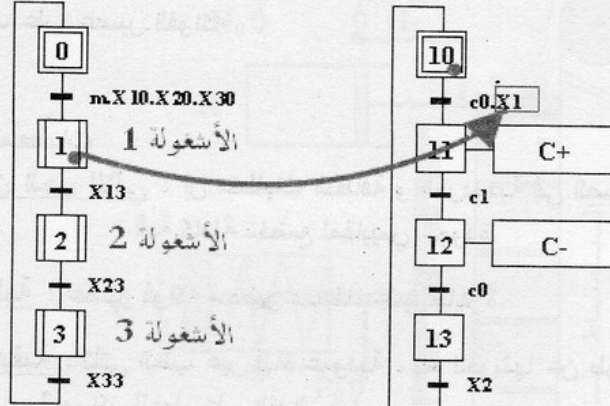
4- التدرج بين المتمنات أنظر الشكل 89-7



# متمن تنسيق الأشغولات

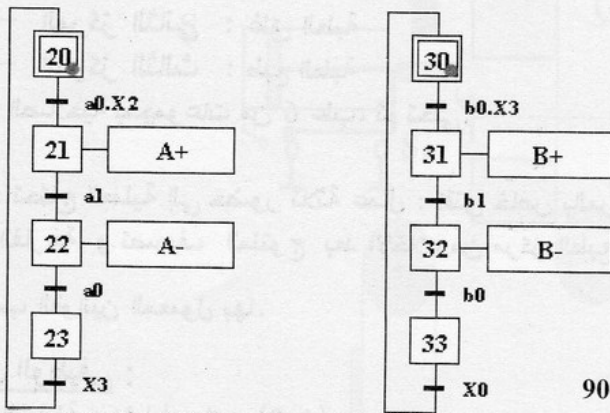
الأشغولة 1

الشكل 89-7



الأشغولة 2

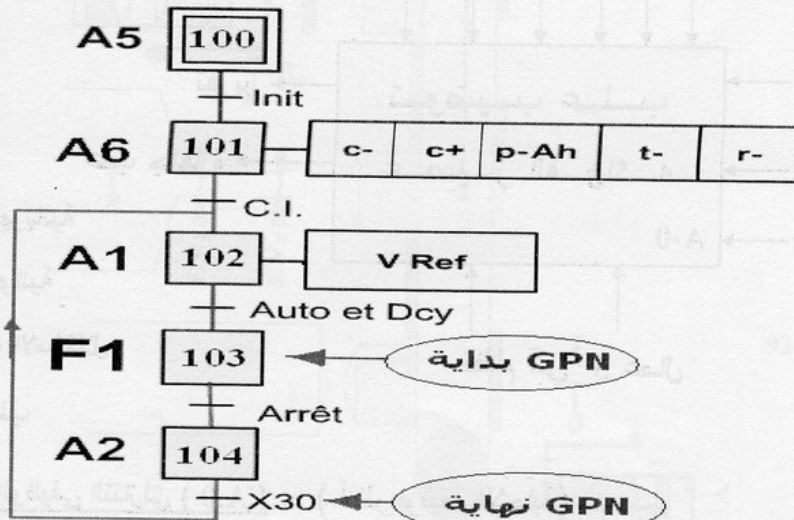
الأشغولة 3



الشكل 90-7

## غرافسات القيادة و التهيئة GCI

شكل 02



الشكل 91-7

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع « Réf 7-2 »

## ٨٥ وضعية ادماجية :

نظام آلي لتوضيب علب عصير الفواكه

ملف العرض :

### I- دفتر المعطيات

\* الهدف من الحل الآلي : إن متطلبات النظافة و المردودية في الصناعات الغذائية تستلزم معالجة آلية كاملة تخضع لمقاييس الجودة.

\* المادة الأولية : عصير فواكه محضر مسبقا، علب جاهزة.

\* وصف الكيفية : تأتي العلب عبر قناة عمودية ، يتم تحويلها عن طريق البساط الأول إلى

3 مراكز للعمل على التوالي:

- المركز الأول : ملء العلب بالكمية المطلوبة

- المركز الثاني : غلق العلب

- المركز الثالث : طبع العلب

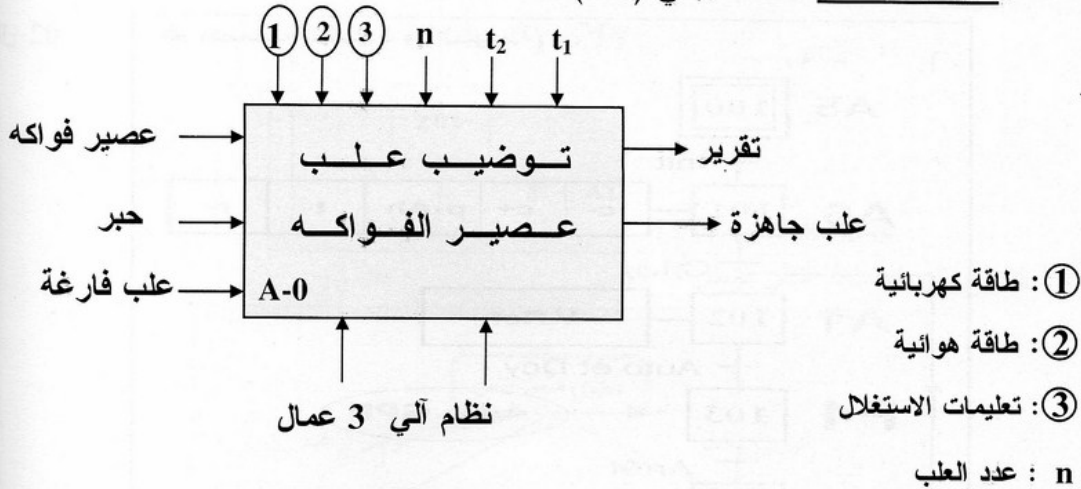
يتم طبع تاريخ الصلاحية بمجموعات من 6 علب، ثم تخلص.

\* الاستغلال : تحتاج العملية إلى حضور ثلاثة عمال : تقني خاص بالمراقبة و عاملين لتزويد القناة بالعلب الفارغة و تصريف المنتج بعد الإخلاء من مركز الطبع.

\* الأمّن : حسب القوانين المعمول بها.

### II- التحليل الوظيفي :

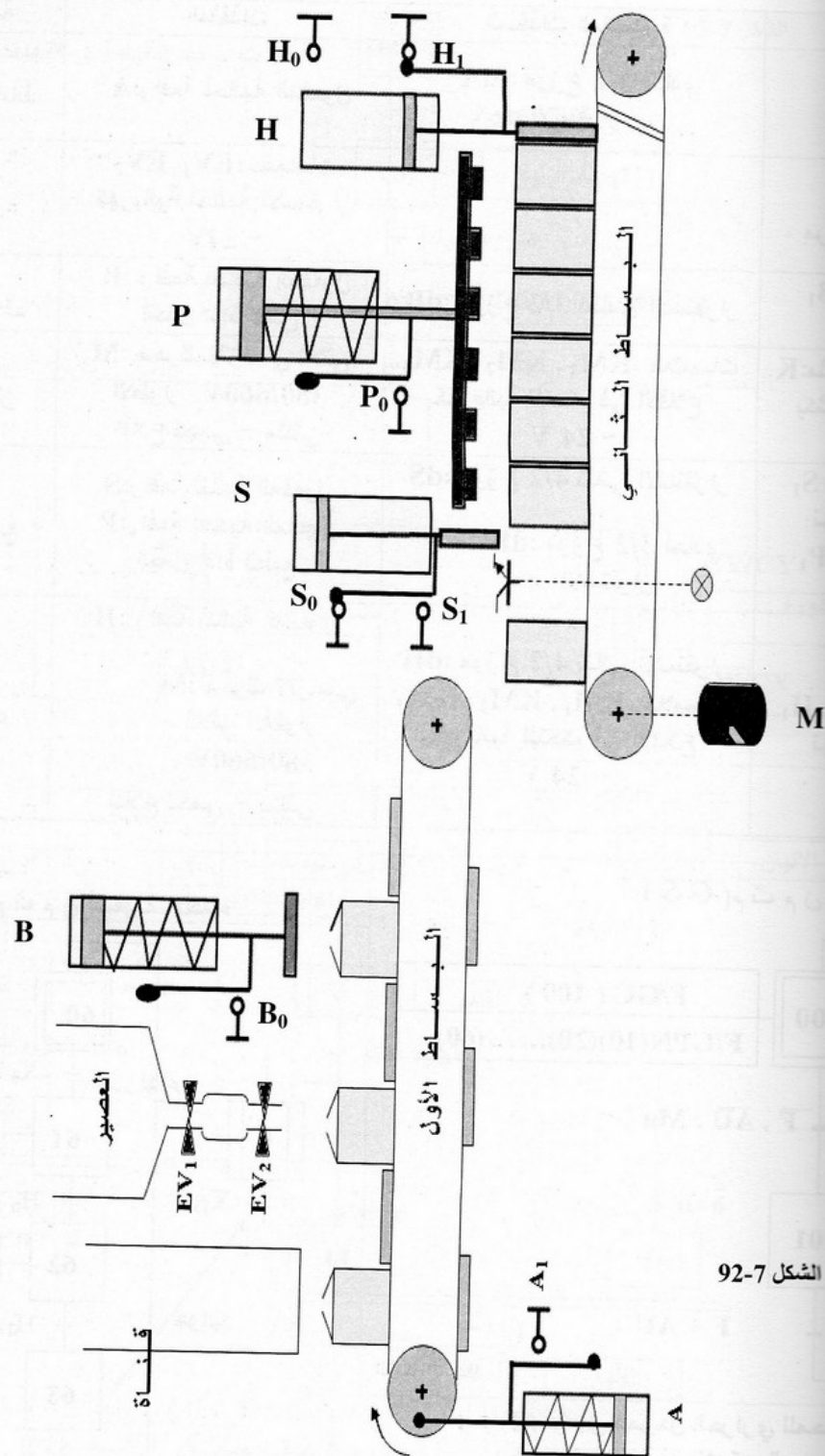
1- الوظيفة الشاملة : نشاط بياني (A-0)



2- التحليل الوظيفي التنازلي (A.0) : ( أنظر وثيقة الإجابة )

### III - المناولة الهيكلية :

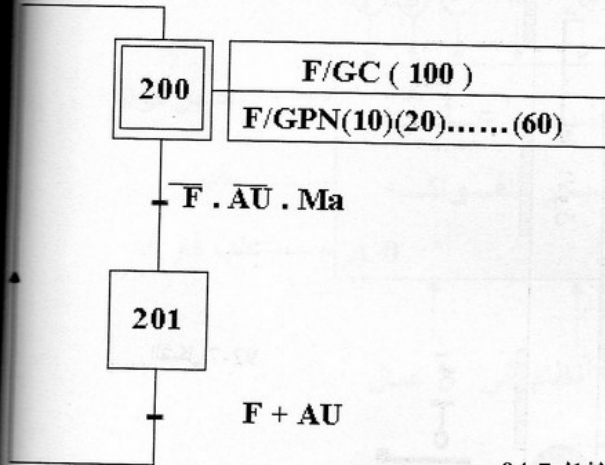




## 2- الاختيار التكنولوجي للمنظمات و المنظمات المتصدرة و الملتقطات :

المنظمات	المنظمات المتصدرة	الملتقطات	الأشغولة
A:رافعة أحادية المفعول	dA : موزع 3/2 أحادي الاستقرار	A <sub>1</sub> : ملتقط نهاية الشوط	تدوير البساط
EV <sub>1</sub> , EV <sub>2</sub> : صمامات كهربائية أحادية الاستقرار ~ 24V	/	t <sub>1</sub> =t <sub>2</sub> =5s مرحلتان مؤجلتان	الملء
B:رافعة أحادية المفعول تحمل أداة الغلق	dB: موزع 3/2 أحادي الاستقرار	B <sub>1</sub> :ملتقط نهاية الشوط	الغلق
M: محرك لاتزامني ثلاثي الأطوار 380/660V إقلاع نجمي - مثلثي	KM <sub>1</sub> , KM <sub>2</sub> , KM <sub>3</sub> : ملامسات كهربائية للتحكم في الإقلاع ~ 24 V	K:ملتقط كهروضوئي يكشف عن مرور العلب	الإتيان
S:رافعة ثنائية المفعول P:رافعة أحادية المفعول تحمل أداة الطبع	dS: موزع 4/2 ثنائي الاستقرار dP: موزع 3/2 أحادي الاستقرار	S <sub>0</sub> , S <sub>1</sub> : ملتقطات نهاية الشوط P <sub>1</sub> : ملتقط نهاية الشوط	الطبع
H:رافعة ثنائية المفعول M: محرك لاتزامني ثلاثي الأطوار 380/660V إقلاع نجمي - مثلثي	dH: موزع 4/2 ثنائي الاستقرار KM <sub>1</sub> , KM <sub>2</sub> , KM <sub>3</sub> : ملامسات كهربائية للتحكم في الإقلاع ~ 24 V	H <sub>0</sub> , H <sub>1</sub> : ملتقطات نهاية الشوط	الإخلاء

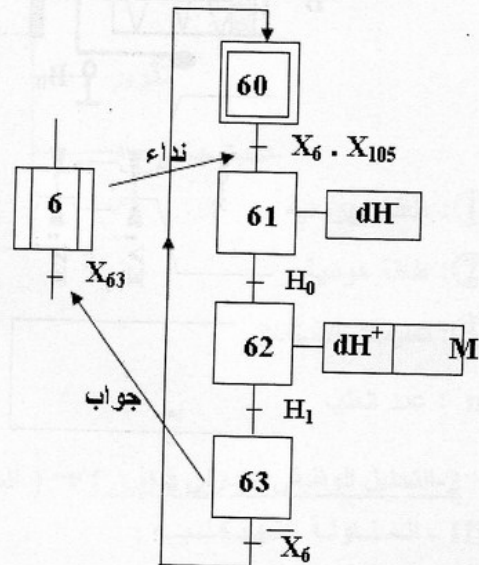
(GS) م ت م ن الأمن



الشكل 94-7

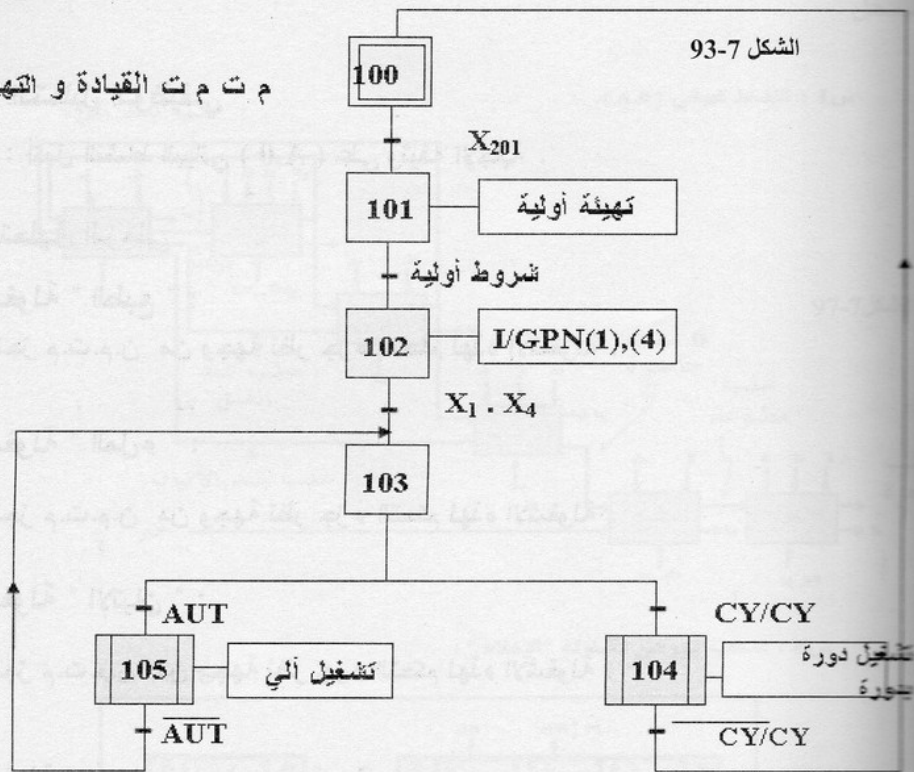
F : ملمس المرحل الحراري للمحرك M  
AU : زر التوقيف الاستعجالي  
Ma : زر إعادة التسليح

م ت م ن أشغولة الإخلاء

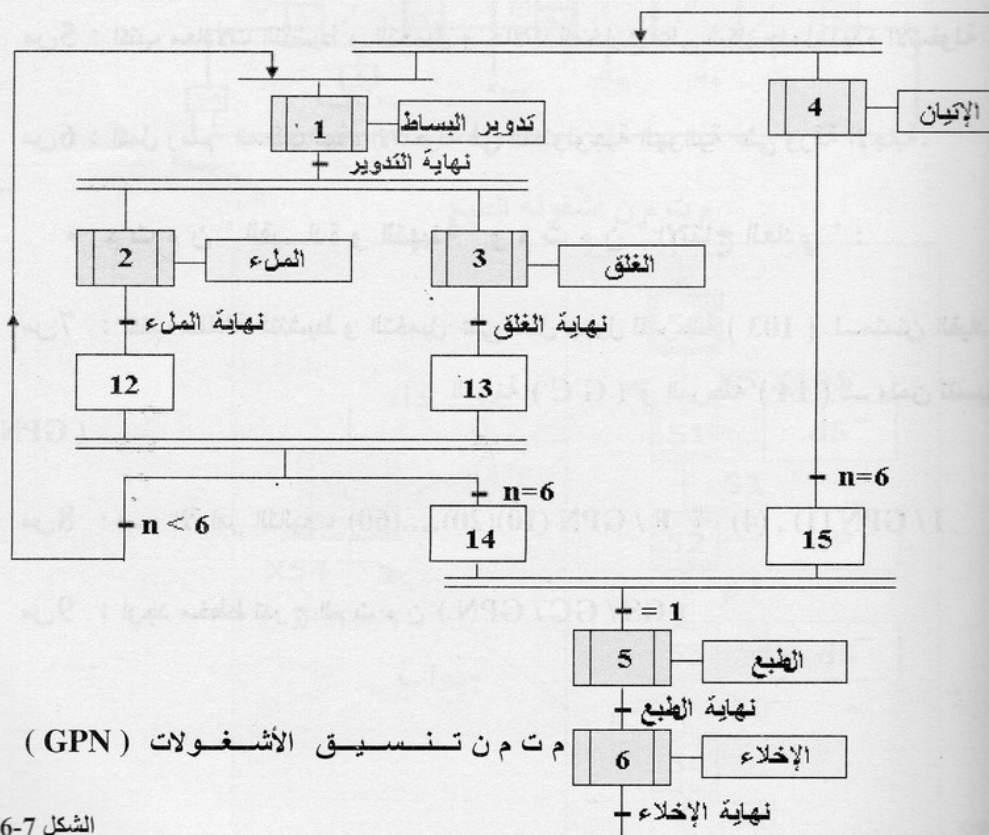


م ت م ت القيادة و التهيئة ( G C )

الشكل 7-93



الشكل 7-95



م ت م ن تنسيق الأشغولات ( GPN )

الشكل 7-96

## الأسئلة

### I - التحليل الوظيفي

س1 : أكمل النشاط البياني ( A.0 ) على وثيقة الإجابة .

### II - التحليل الزمني

• أشغولة " الطبع " :

س2 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

• أشغولة " الملء " :

س3 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

• أشغولة " الإتيان " :

س4 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

• أشغولة " الإخلاء " : ( صفحة -3- )

س5 : أكتب معادلات التنشيط و التخميل و حالات المخارج على شكل جدول لهذه الأشغولة .

س6 : أكمل رسم المعقب لهذه الأشغولة في التكنولوجيا الهوائية على ورقة الإجابة.

• م ت م ن " القيادة و التهيئة " و م ت م ن " الإنتاج العادي " :

س7 : أكتب معادلة التنشيط و التخميل على شكل جدول للمرحلة ( 103 ) لمتمتن القيادة و

التهيئة ( G C ) و المرحلة ( 14 ) لمتمتن تنسيق الأشغولات

( GPN ) .

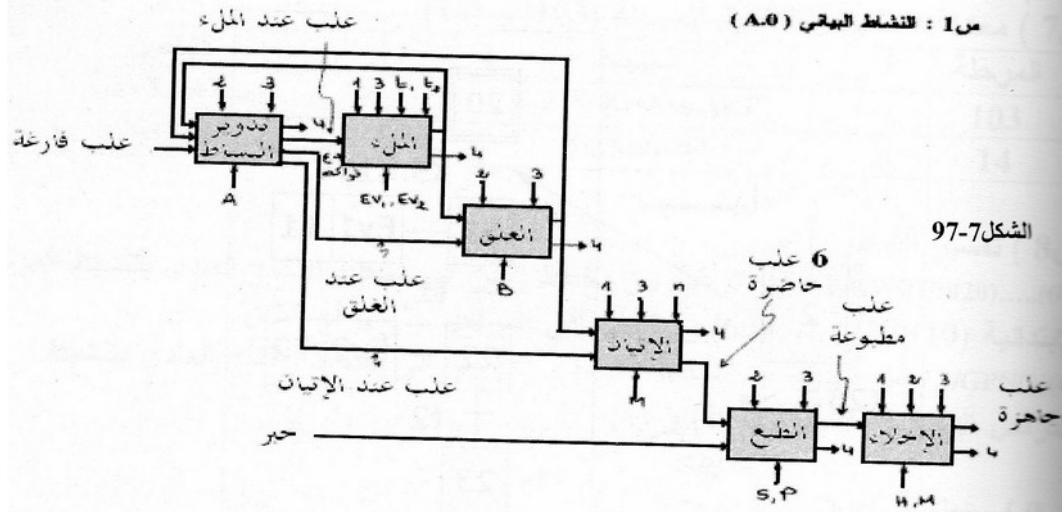
س8 : فسر الأوامر التالية : (60)....(20)(10) F / GPN ، (4) , (1) I / GPN

س9 : أوجد مخطط تدرج الم ت م ن ( GS / GC / GPN )



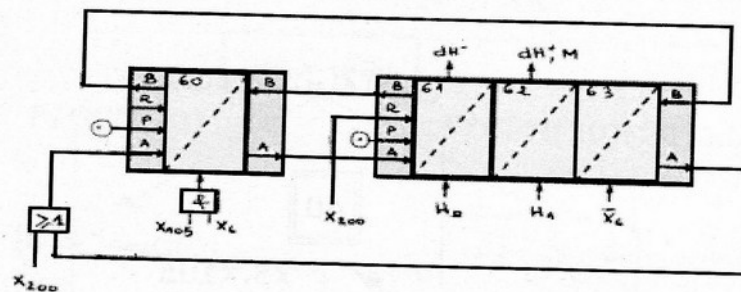
## حل

من 1 : النشاط البهائي ( A.O )



الشكل 7-97

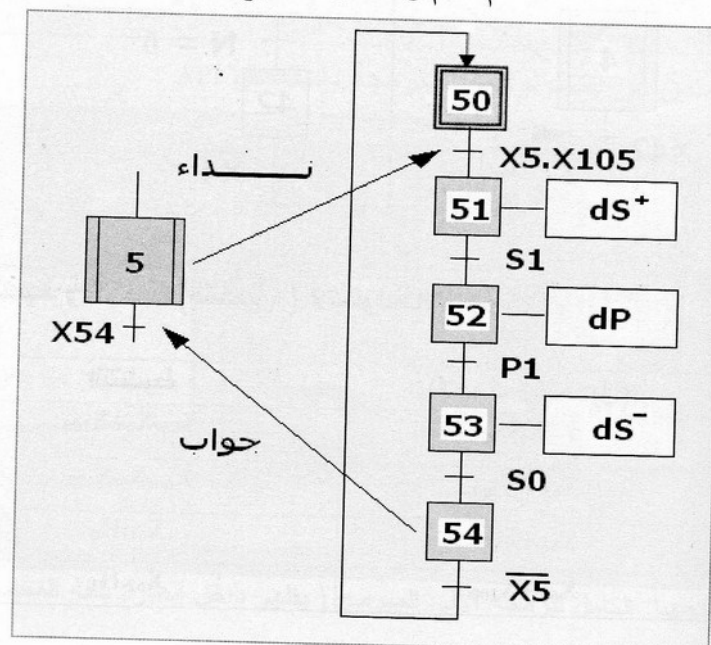
س6 : المعقب الهوائي لأشغولة \* الإخلاء \* :



الشكل 7-98

م ت م ن أشغولة الطبع

( 2 )



الشكل 7-99



س6 ( الصفحة الأولى من الحل

س7 ( معادلة التنشيد و التخميل للمرحلة (103) و (14)

المرحلة	التنشيط	التخميل
103	$X_{102} \cdot X_1 \cdot X_4 + X_{105} \cdot \overline{A \cup T}$	$X_{105} + X_{104} + X_{200}$
14	$X_{12} \cdot X_{13} (n=6)$	$X_5 + X_{200}$

س8 ( تفسير الأوامر

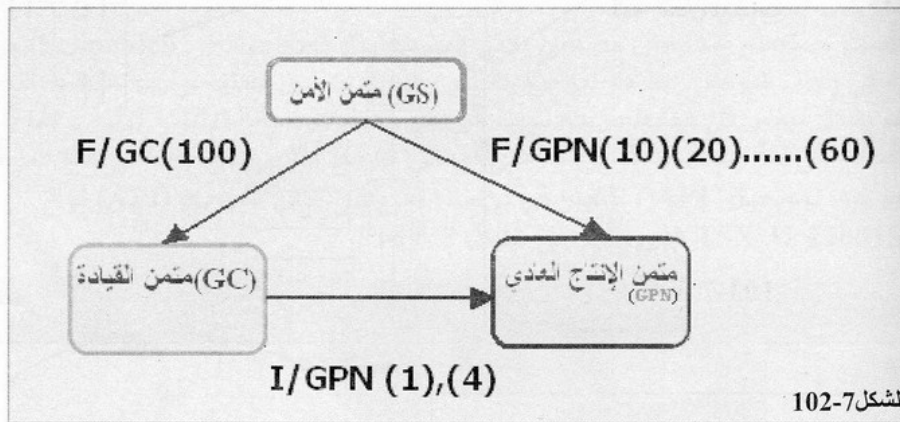
(60).....(20)(10)GPN/F : أمر ترغيم من مخطط الأمن إلى مخطط الإنتاج العادي بتنشيط المراحل

الإبتدائية (10)(20).....(60) و إخماد باقي المراحل حتى يرفع الخلل

(4)GPN/I : أمر تهيئة من مخطط القيادة و التهيئة إلى مخطط الإنتاج العادي بتنشيط

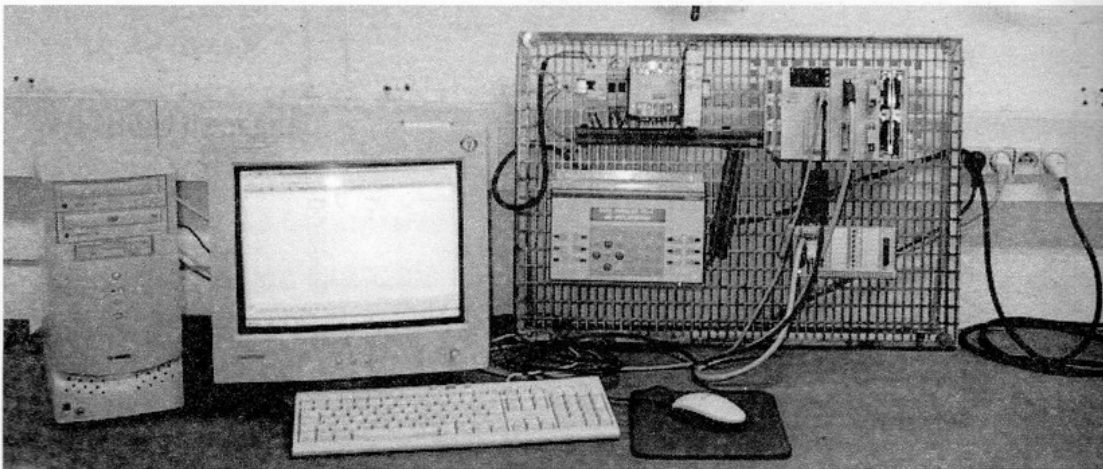
المراحل الإبتدائية للأشغولات (1) و (4)

س9 ( مخطط تدرج الم — م ت م ن

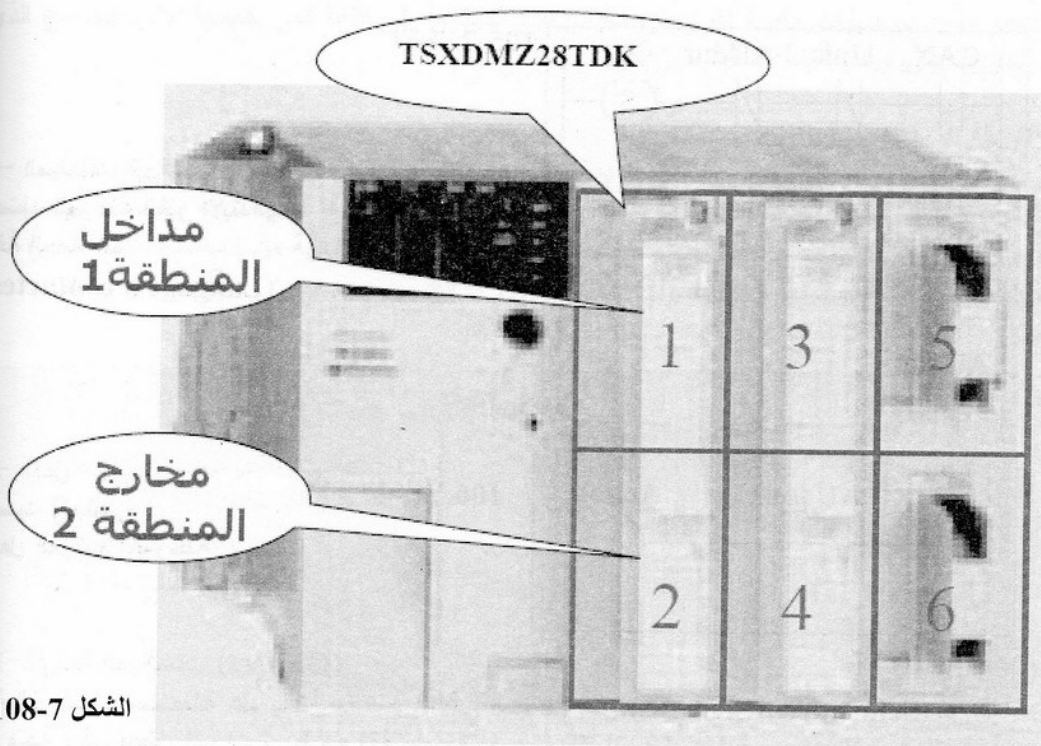


الشكل 7-102

12 ( تجسيد المتمن في التكنولوجيا المبرمجة باستعمال API



الصورة تمثل التجهيز الكامل لبرمجة الآلي المبرمج ( يظهر داخل إطار ) بلغة المماسات أو بلغة الغرافسات



الشكل 7-108

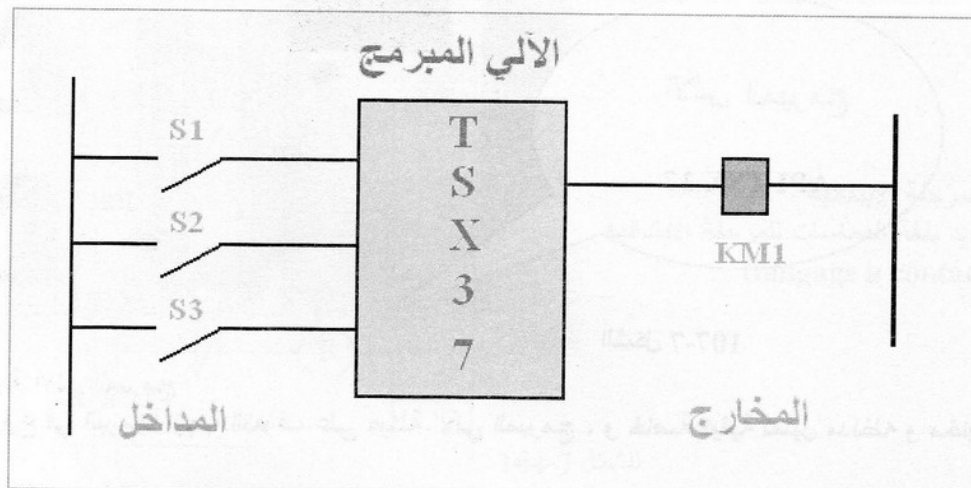
مثال

لتكن العلاقة البولية التالية

$$KM1 = (S_1 + S_2) \cdot \bar{S}_3$$

أي (  $S_1$  أو  $S_2$  ) ونفي  $S_3$

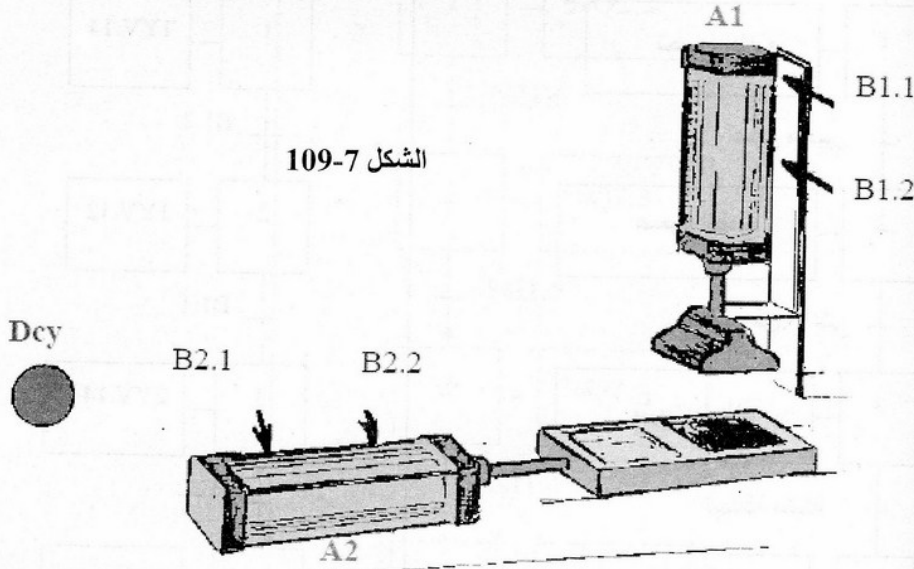
التجسيد بواسطة الآلي المبرمج





نريد طبع بطاقات بطريقة آلية وذلك حسب الشكل 109-7  
التشغيل

- توضع البطاقة التي نريد طبعها بطريقة يدوية في مكانها ، ثم يضغط المستخدم على الزر DCY
- ينزل الطابع في المحبر ثم يصعد ، تثبت البطاقة في مكانها ، طباعة البطاقة .
- تهيئة الدورة من جديد المحبر في مكانه ، نهاية الدورة

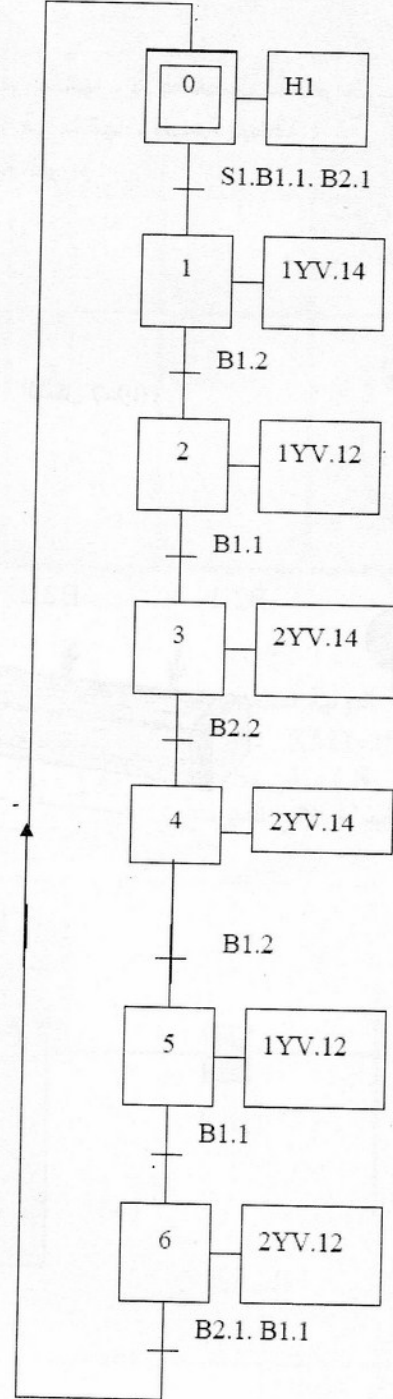


- 1- أوجد الغرافسات من وجهة نظر الجراء العملي ؟
- 2- أوجد الغرافسات من وجهة نظر جراء التحكم ؟
- 3- أوجد الغرافسات من وجهة نظر جراء تحكم الآلي المبرمج ؟

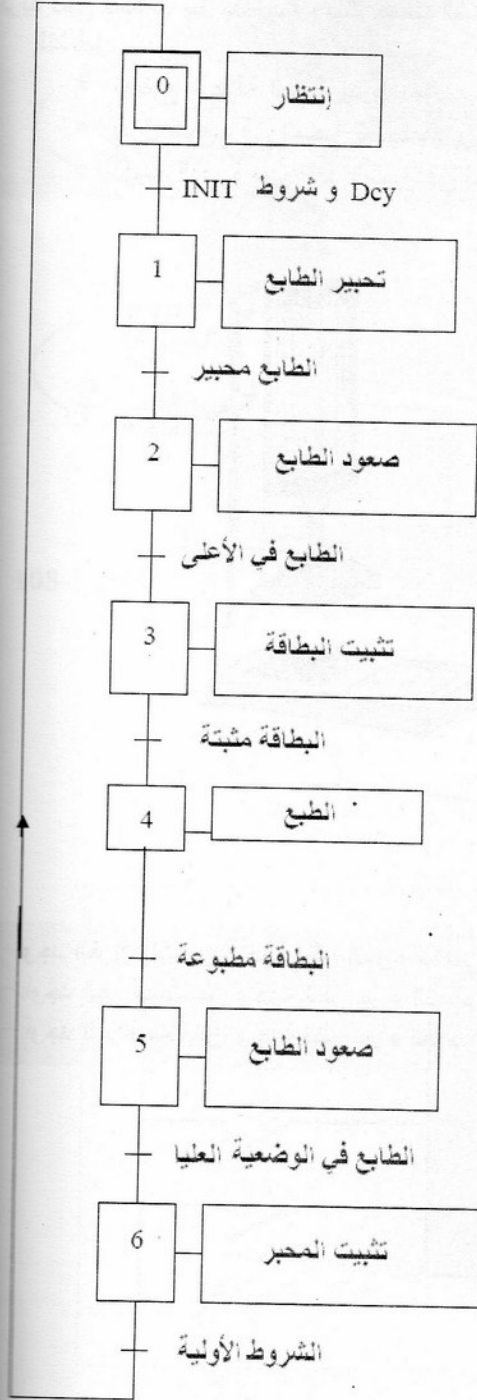
الحل

تجسيد الغرافسات

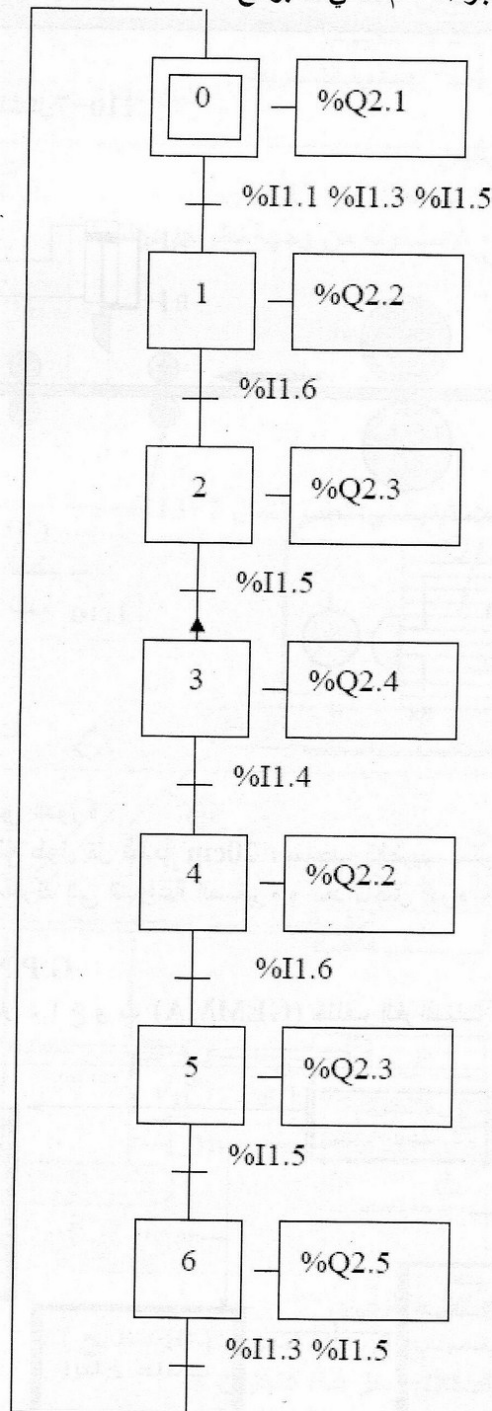
2- غرافسات من وجهة نظر جزء التحكم



1- غرافسات من وجهة نظر الجزء العملي



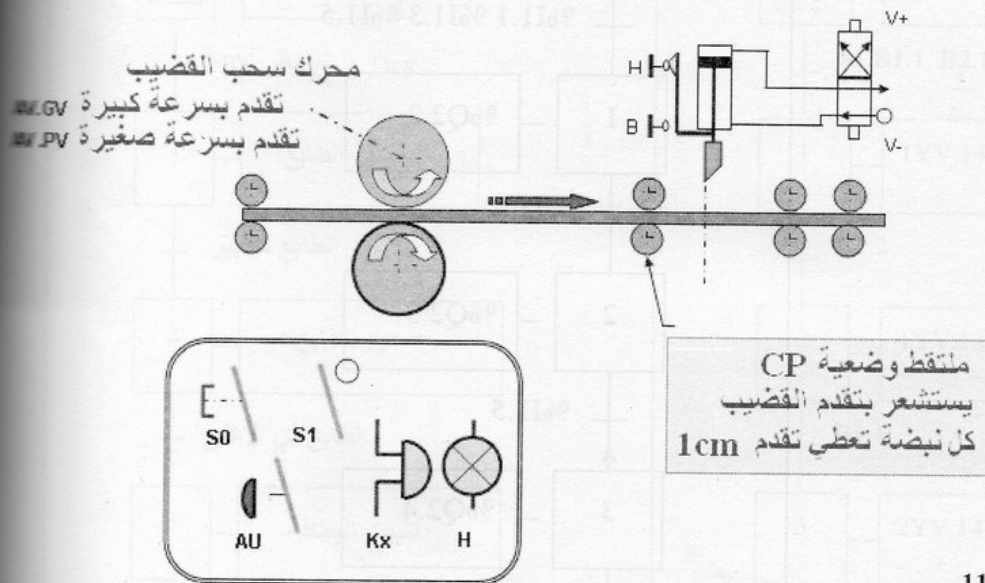
عروضات من وجهة نظر جزء تحكم الآلي المبرمج



## تمارين

تمرین 01 :

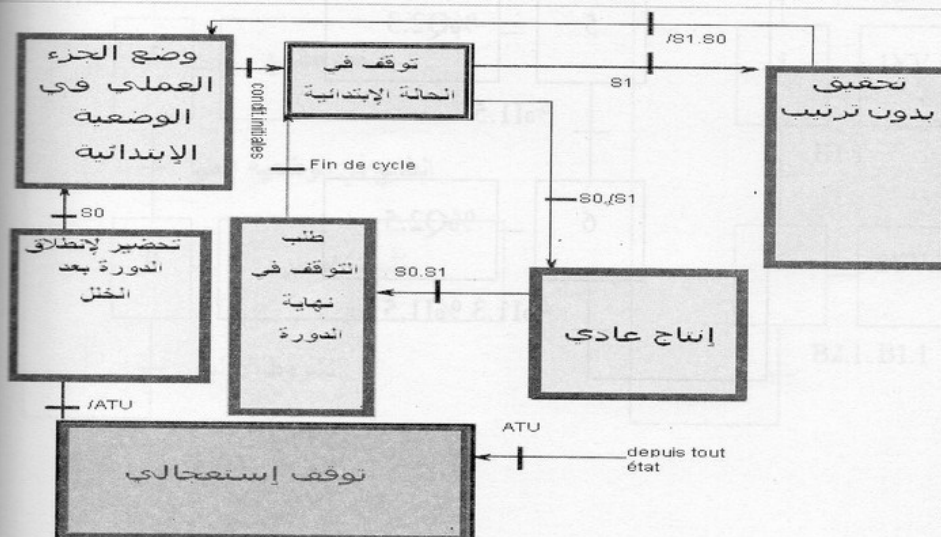
ليكن النظام التالي الموضح بالشكل 7-110



الشكل 7-110

عند الضغط على الزر S0 تنطلق الدورة  
نريد قطع قضيب الحديد إلى قطع طول كل قطعة 20cm ، يسحب القضيب بسرعة كبيرة و عندما تبقى 5cm لقطع الضب تنخفض سرعة المحرك إلى السرعة الصغيرة و بعد تأجيل قدره 3s تنطلق عملية القطع المطلوب

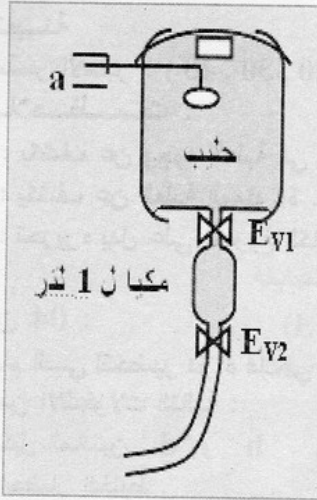
- 1- أوجد المخطط الوظيفي GPN  
2- حقق مع الأخذ بعين الاعتبار د ا ع و ت (GEMMA) ختلف الغرافسات GC, GS الشكل 7-111



الشكل 7-111



تمرين 02 :



نظام آلي لتوضيب الحليب يتضمن الأشغولات التالية : الشكل 7-112

1- الكيل : التلحيم

3- الملاء : جذب الشريط

الشكل 7-112

تتكون أشغولة الكيل :

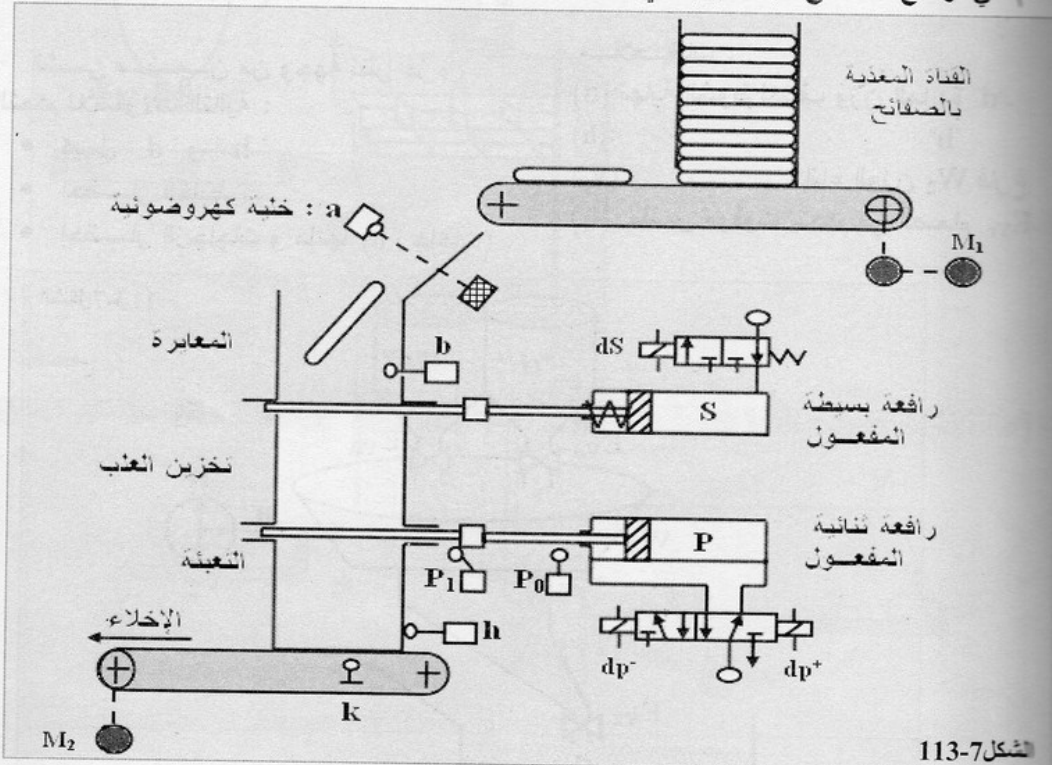
$E_{V1}$  و  $E_{V2}$  صمامان كهربائيان .

$t_1=t_2=3s$  ملمسان موقوتان يتحكمان في  $E_{V1}$  و  $E_{V2}$  .

• أنشئ الم ت م ن لهذه الأشغولة من وجهة نظر جزء التحكم

تمرين 03 :

نظام آلي لوضع الصفائح البلاستيكية في العلب الشكل 7-113.



الشكل 7-113

يتضمن النظام الآلي الأشغولات التالية :

الأشغولة 1 : الإتيان بالصفائح إلى قناة التخزين ( 10 صفائح ) .

الأشغولة 2 : تخزين الصفائح داخل قناة التخزين .

الأشغولة 3 : تعبئة العلب .

الأشغولة 4 : إخلاء العلب .

1/ أنشئ م ت م ن من وجهة نظر جزء التحكم للأشغولات التالية :

• الإتيان بالصفائح

- التخزين
- التعبئة

2/ فسّر الأمر : ( 10 , 20 , 30 , 40 ) I / GPN

ملاحظات :

- h : يكشف عن وجود العلبة في مكان التعبئة .
- k : يكشف عن العلبة المملوءة .
- b : تحريره يدل على التفريغ الكامل لقناة المعايرة .

تمرين 04 :

نظام آلي لتحضير دواء فلاحى الشكل 7-114.

يتضمن الأشغولات التالية :

- 1 - كيل المادتين " d " و " h " .
- 2 - إحضار الخليط .
- 3 - مزج الخليط .
- 4 - إحضار الزجاجات و ملئها .

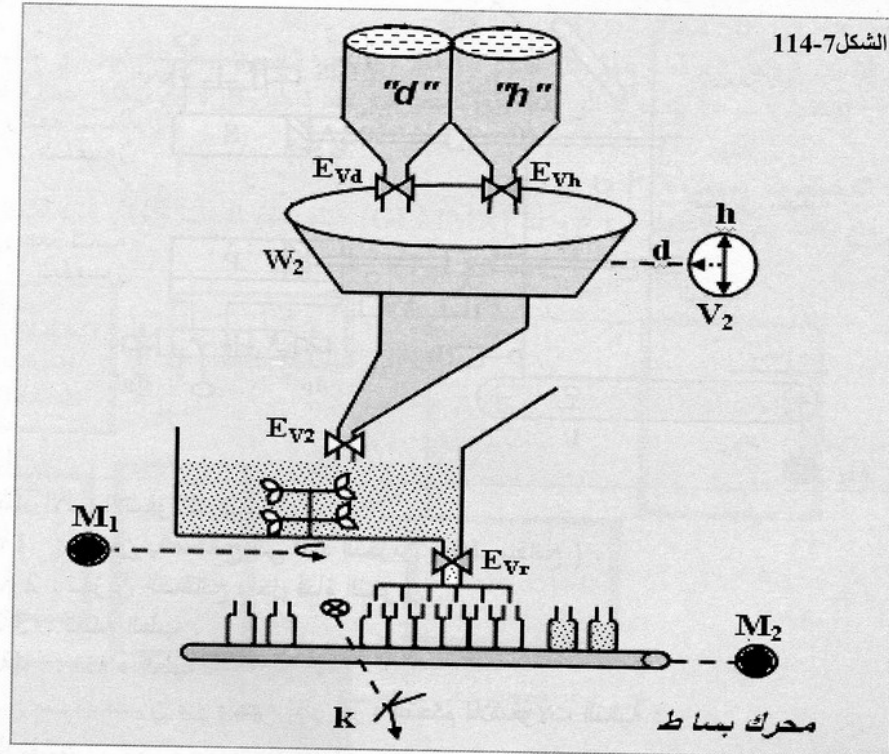
ملاحظات :

- (d): نهاية الشوط لكشف وزن المادة "d".
- (h): "h" .
- (V<sub>2</sub>): إناء الوزن W<sub>2</sub> فارغ
- (t<sub>r</sub>): ملمس موقوف يتحكم فى الصمام E<sub>vr</sub>.

1- أنشئ متمعن من وجهة نظر جزء

التحكم للأشغولات التالية :

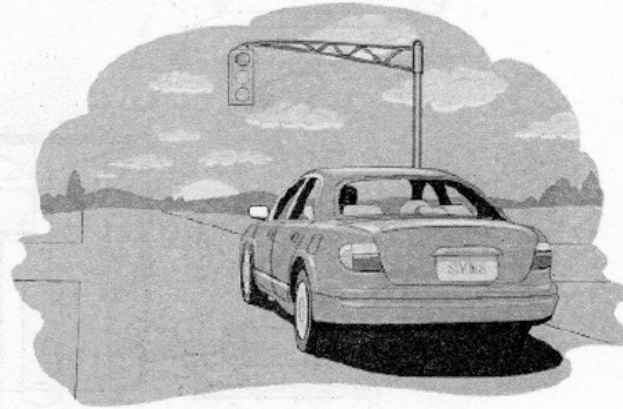
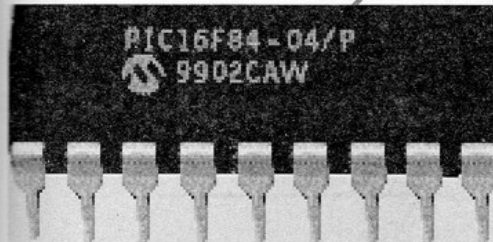
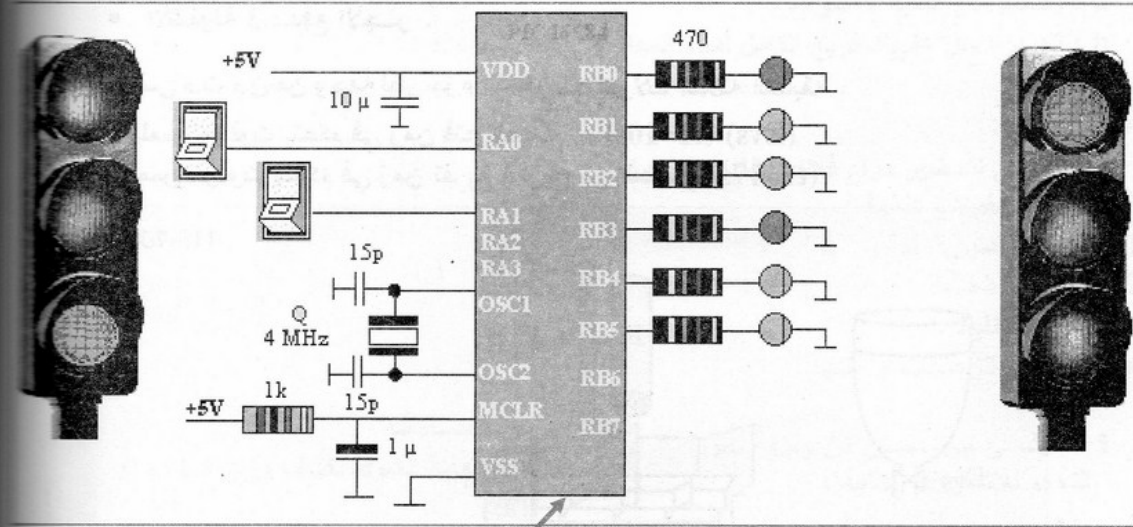
- كيل " d " و " h " .
- إحضار الخليط .
- إحضار الزجاجات و ملئها (6 زجاجات) .





### الدارات المنطقية على شكل دارات مندمجة

3



يسمح هذا التركيب بمحاكاة إشارة المرور لمفترق الطرق مستعملا دارة أساسية جديدة مندمجة تدعى بميكرو مراقب أو ميكرو متحكم PIC16F84 الذي سوف نتعرف عليه في هذا الفصل .

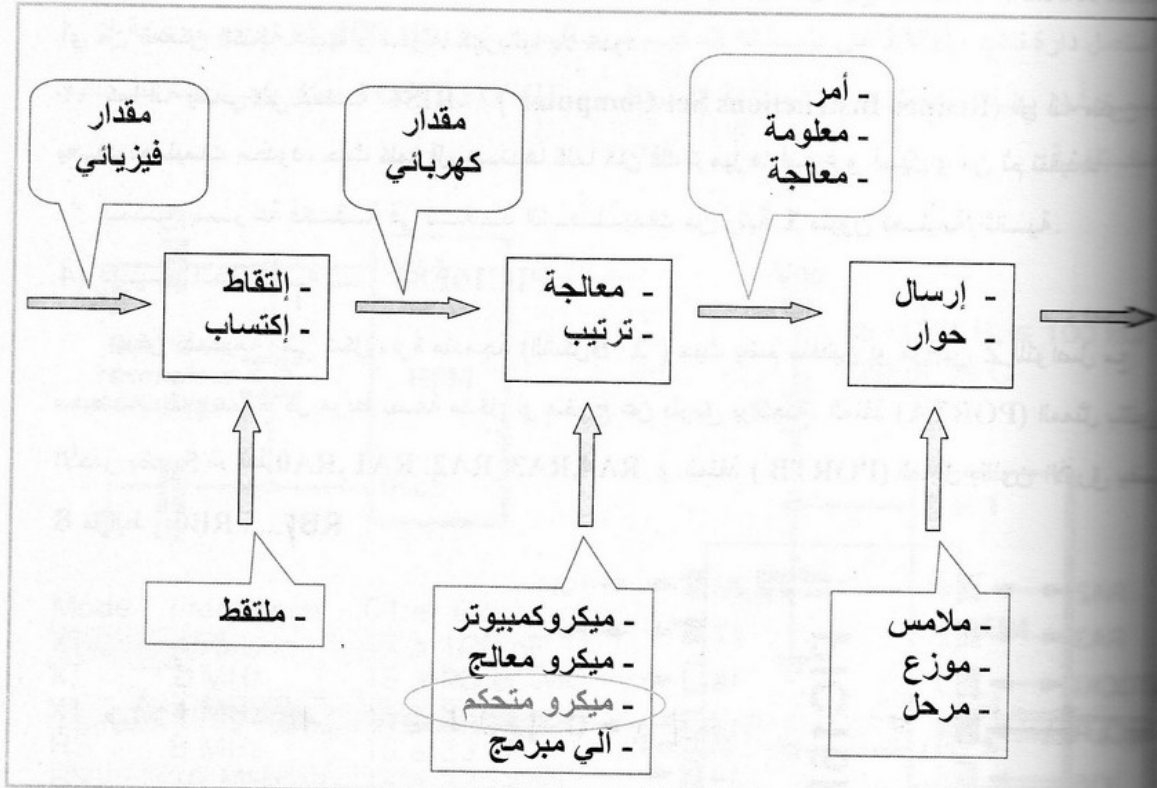
جلنا لا يعلم أن الميكرومتحكمات تغزو محيطنا في صمت و هدوء ، إذ صارت تتواجد في مجمل الأجهزة التي نستعملها : تلفاز ، هاتف نقال ، آلة غسيل ، ثلاجة ، مكيف هوائي .... فهي تتصرف كمبرمج آلي لكنها لا تكتفي بتوفير مجموعة من المداخل و المخارج المنطقية و إنما تتعداها إلى خصائص أوسع و أشمل بفضل وظائف أكثر تطورا مثل العد السريع ، التحويل التماثلي- الرقمي.....



(1) تعريف :

الميكرو متحكم هو جيل جديد و مطور من الميكرو معالج Microprocesseur وأن جميع  
محققات المعالج تم وضعها في شريحة واحدة .  
يسمح الميكرو متحكم بتنفيذ تعليمات وفق برنامج مسجل في الذاكرة والذي يمكن تغييره حسب  
الاستعمال

(2) وضعية الميكرو متحكم داخل نظام آلي :



تحت من خلال الرسم الكامل أن وظيفة الميكرو متحكم في نظام آلي هي ترتيب و معالجة المقدار الكهربائي  
المستقب عن طريق الملتقطات و إعطاء أوامر و معلومات للمتصدرات التي بدورها تتحكم في المنفذات لإتجاز  
عملها .

(3) مواصفات الميكرو متحكم PIC16F84 : نذكر أن حقوق تسمية PIC تعود إلى شركة Microship

وتتضمن عائلة PIC ثلاث مجموعات هي :

\* Base-Line التي تستعمل تعليمة بـ 12 بيت .

\* Mide-Range التي تستعمل تعليمة بـ 14 بيت والتي ينتمي إليها PIC 16F84 .

\* High-End التي تستعمل تعليمة بـ 16 بيت

يعرف الميكرو متحكم من خلال عناصر تسميته حيث : PIC : 16 F 84 - 10

- 16 : تشير إلى فئة Mide-Range

F : ذاكرة من نوع FLASH .

84 : النوع الخاص بالـ PIC .

10 : السرعة الأعظمية للكوارتز أي 10MHz

\* يبرمج بـ 35 تعليمة.

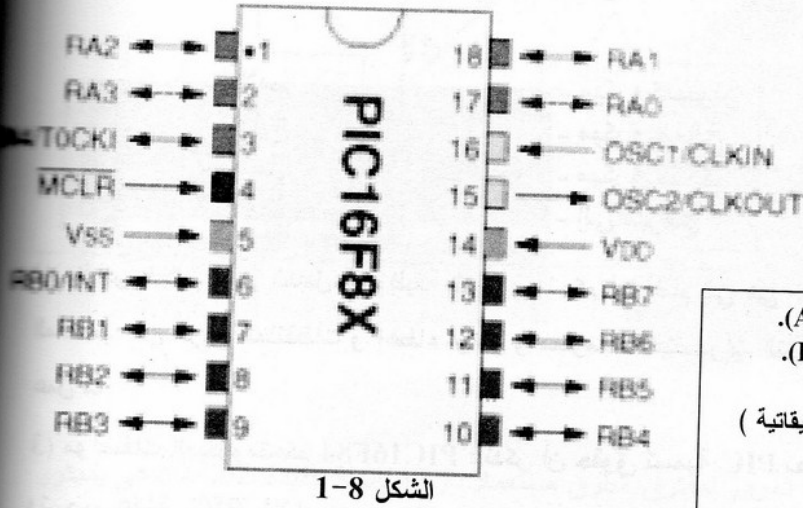
\* بإمكانه أن يخزن في ذاكرته برنامجا بـ 1024 تعليمة، وهي ذاكرة من نوع EEPROM (FLASH) أي من الممكن الكتابة عليها و محوها كهربائيا بلا حدود.

\* كما أنه ينتمي إلى فئة RISC . ( Reduce Instructions Set Computer ) أي أنه مكون بعدد تعليمات محدود، حيث كلما قل عددها كلما كان فك ترميزها أسرع و أسهل و من ثم تنفيذها. \* يتمتع بسرعة فائقة في تنفيذ التعليمات من رتبة 1 مليون تعليمة/ ثانية.

(4) البنية الخارجية لـ PIC16F84 :

يمكن تقديمه على شكل دائرة مندمجة (الشكل 8-1) حيث يضم منفذين أو مرفقين 2 للتواصل مع محيطه. يتم إعداد كل مرتبط بصفة مدخل أو مخرج عن طريق برمجته. المنفذ (PORTA) الممثل باللون الأحمر يضم 5 مرابط RA0, RA1, RA2, RA3, RA4 و المنفذ (PORTB) الممثل باللون الأزرق يضم

8 مرابط RB0.....RB7 .



RA4.....RA0: المنفذ ( المرفأ A).  
RB7.....RB0: المنفذ ( المرفأ B).  
VSS, VDD: التغذية  
OSC1 OSC 2: الدارة المهتزة ( ميكاتية )  
MCLR: دارة الإرجاع إلي الصفر

يحتاج الميكرو متحكم إلى ملحقات لإشتغاله منها:

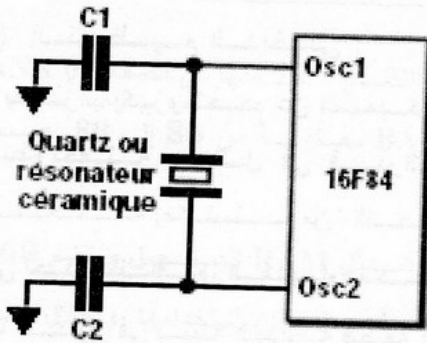
1-4 / التغذية :

تتم تغذية الدارة بواسطة توتر مستمر بين المرتبطين (Vss-) و (Vdd+) يتراوح

بين 4 فولط و 6 فولط لأصناف RC, XT, LP و بين 4.5 و 5.5 فولط لصنف HS .

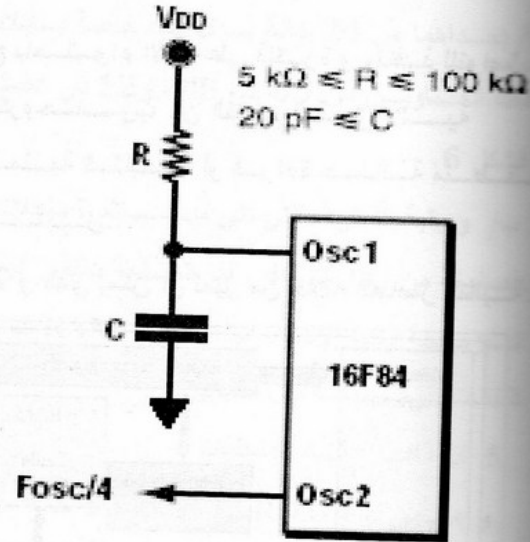
ويعا أن PIC16F84 من تكنولوجيا CMOS فإن استهلاكه محدود قد لا يتعدى 2 ميلي أمبير.  
4-2/ إشارة الساعة:

إن الساعة عنصر أساسي في الميكرومتحكم حيث تنظم تزامن اشتغال المنطق الداخلي و تنسق بذلك تنفيذ التعليمات الذي هو سر اشتغال التجهيز. فيما يتعلق بـ PIC فإن تواتر ساعته الداخلية يساوي 4/1 تواتر الساعة الخارجية، أي أنه إذا استعمل دائرة تنتج 1MHz كان بإمكانه تنفيذ تعليمة خلال 400 ns ! و هي سرعة لا يستهان بها. تستعمل هذه الساعة المرتبطتين OSC1 و OSC2 و يمكن إنجازها بتركييب مختلفة.



Mode	Fréquence	C1 et C2
XT	455 kHz	47 à 100 pF
XT	2 MHz	15 à 33 pF
XT	4 MHz	15 à 33 pF
HS	8 MHz	15 à 33 pF
HS	10 MHz	15 à 33 pF

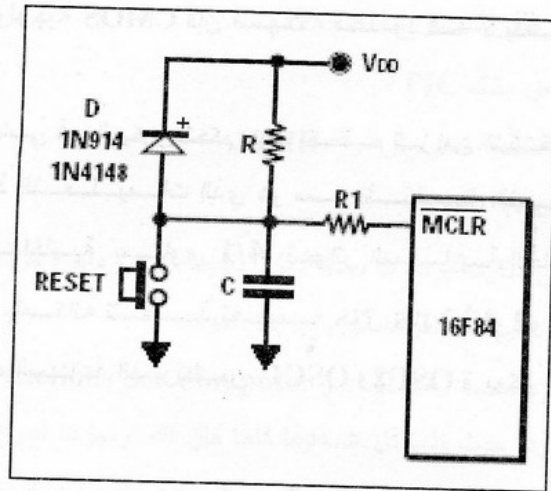
شكل 3 : تحقيق إشارة الساعة باستعمال الكوارتز Quartz



شكل 2 : تحقيق إشارة الساعة باستعمال الدارة الكهربائية RC

4-3/ دائرة إعادة التهيئة RESET:

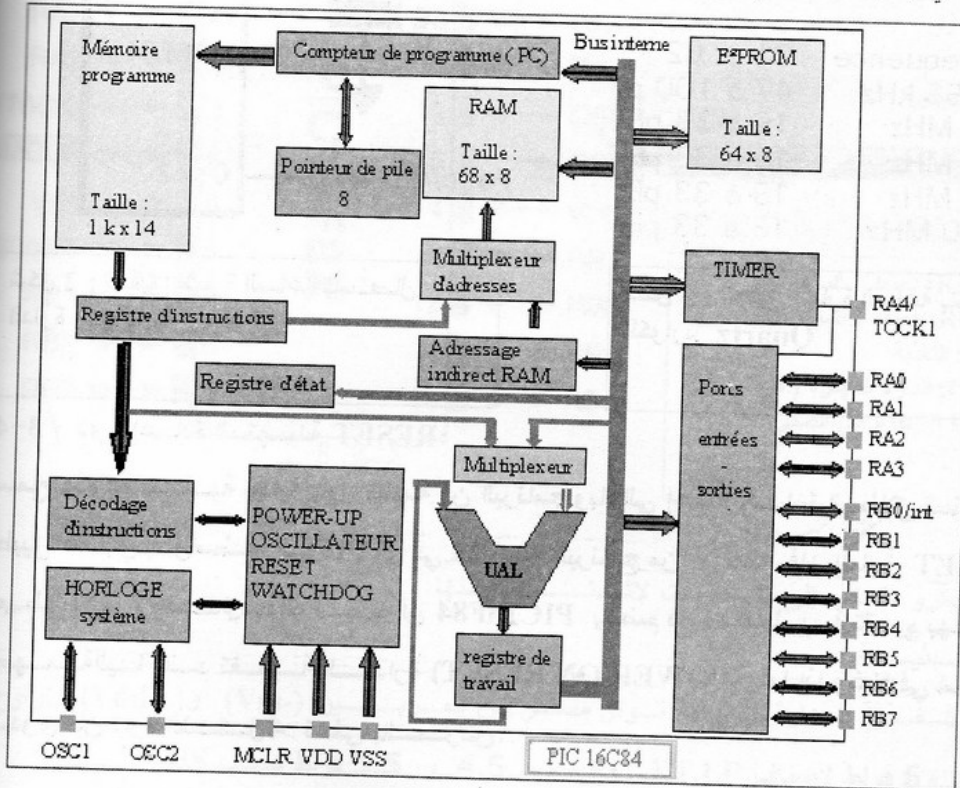
تسمح هذه العملية ببداية بأول تعليمة من البرنامج وبالتالي إعطاء إشارة انطلاق تنفيذه. في تطبيق عادي بواسطة الـ PIC أي في حالة خلو البرنامج من أي خطأ فإن إشارة RESET لا تعطى إلا مرة واحدة لذلك نجد أن PIC16F84 يضم دائرة داخلية تقوم بهذه المهمة ألياً عند تغذية الدارة (POWER ON RESET). أما إذا رغبنا في استعمال يدوي فإن دائرة الشكل 4 تفي بالغرض.



##### (5) التنظيم الداخلي :

يتميز الميكرومتحكم عن الميكرومعالج باحتواء الأول على ذاكرة و منافذ للتواصل مع محيطه تجعله يماثل في قدراته الميكروحاسوب. إن الفهم الدقيق لآلية اشتغاله يمكننا من التحكم في عملية كتابة أو قراءة حالة منطقية على أحد منافذه، القيام بالحسابات، التأجيل...

أما التدقيق في بنيته الداخلية فيصفه الشكل 2-8 و الذي يمكن أن نميز من خلاله العناصر التالية:



الشكل 2-8



#### 5-1 / ذاكرة البرنامج :

و هي ذاكرة EEPROM أو E<sup>2</sup>PROM من فئة Flash تتكون من 1 ك كلمة (1024) من 14 بيت مخصصة لكتابة البرنامج . يبدأ حيز هذه الذاكرة عند العنوان 0000 وينتهي عند 3FFh الحرف h يشير إلى الترميز السداسي عشر Hexadécimal .  
الباقيين من 0000 إلى 0004 خاصة بالميكرومتحكم، و البقية مخصصة لكتابة البرنامج.

#### 5-2 / ذاكرة RAM :

إن تنفيذ أي برنامج يتطلب احتفاظاً مؤقتاً بالمعطيات، يوضع تحت تصرفه لهذا الغرض حيز من الذاكرة يسمى RAM تتميز بمسحها عند قطع التغذية.  
تكون مقسمة إلى منطقتين :

أحدهما من 24 خانة بـ 8 بيت خاصة بسجلات تسيير النظام ، 12 منها في الصفحة BANK 0 ذات العناوين من 00 إلى 0B ، و 12 في الصفحة BANK 1 معنونة من 80 إلى 8B حسب الشكل 6.

بـ و بقية الذاكرة التي تلي مباشرة سجلات التشغيل فتمثل RAM المستعمل و تضم 68 خانة معنونة من 0C إلى 4F ، أما المساحة باللون الرمادي فهي فارغة و لا يمكن استخدامها. و خلال البرمجة تجب الإشارة إلى عنوان RAM المبدئي الذي تنطلق منه الكتابة و كذلك عدد الخانات المخصصة لكل متغير.

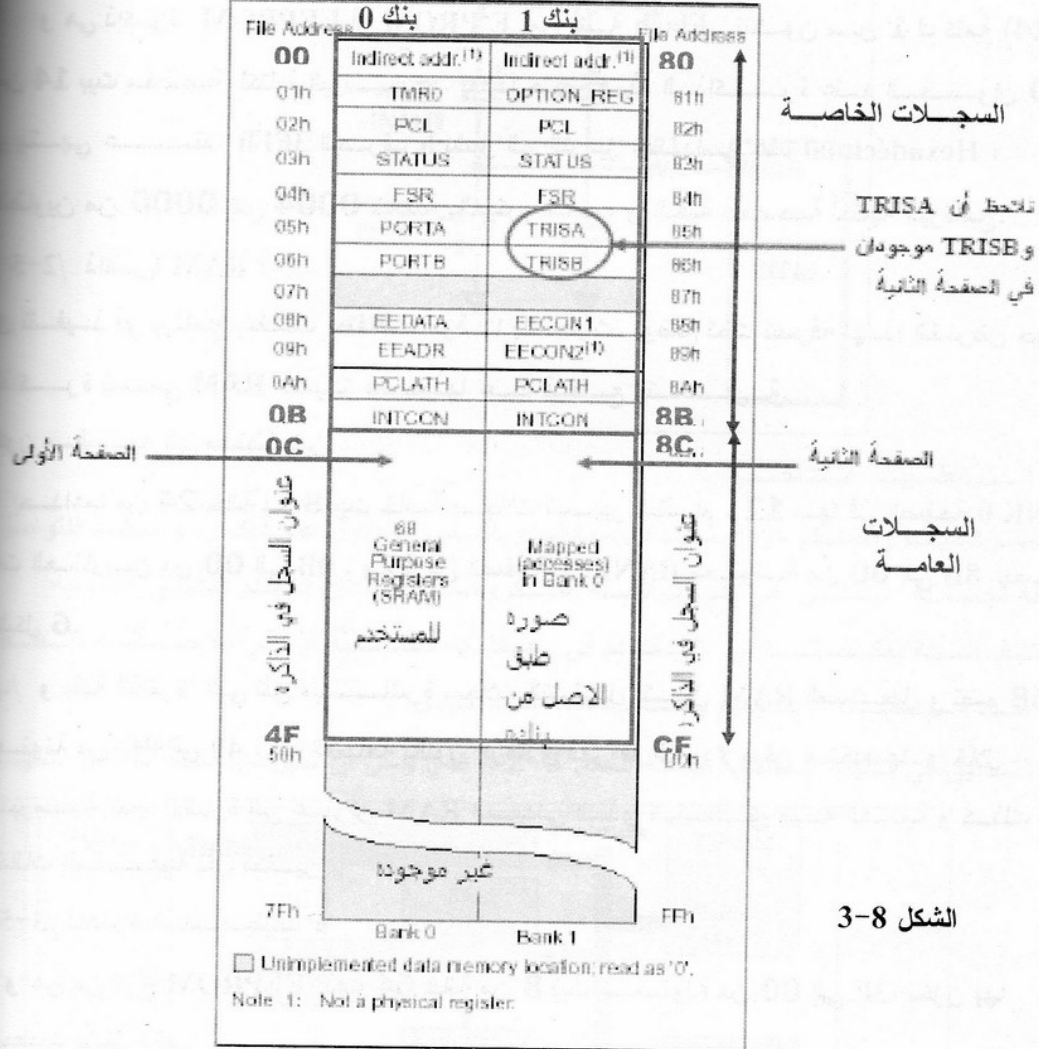
#### 5-3 / ذاكرة المعطيات :

و هي من نوع EEPROM ذات 64 خانة من 8 بيت معنونة من 00 إلى 3F تخزن بها المعطيات بشكل دائم.

#### 5-4 / السجلات الخاصة :

توجد هذه السجلات في ذاكرة RAM ، قسم منها في الصفحة 0 و الآخر في الصفحة 1 ، كما أن بعضها يوجد في الصفحتين معاً لتسهيل الوصول إليه، عددها 16 و هي ذات تسميات و وظائف مميزة نورد في تسيير الميكرو متحكم . نقدم أهمها بشكل مبسط فيما يلي :

REGISTER FILE MAP -  
PIC16F84A



1-4-5 / سجل الحالة / Registre d'état :

أو سجل STATUS ، يعطي دلالات متعددة عن نتائج العمليات الحسابية أو حالة التهيئة للـ  $\mu$  متحكم .... كما يسمح بتحديد القطاع المستعمل في ذاكرة RAM من الصفحتين 0 أو 1 من أجل الوصول إلى سجلات الإعداد Configuration.

7	6	5	4	3	2	1	0
		RP0	TO	PD	Z	DC	C

البيت 0: C(Carry) يشير إلى احتفاظ خلال عملية حسابية.

1- DC(Digit Carry) " " " على الأبيات الأربعة الأولى، كما يستعمل في ترميز BCD .

2-  $1 = Z(\text{Zero})$  إذا كانت نتيجة عملية تساوي 0 .

3- PD(Power Down) يوضع في 0 إذا وضع الـ  $\mu$  متحكم في حالة سبات mise en veille بواسطة التعليمة Sleep ، و يأخذ قيمة 1 بعد إعادة التغذية.

4- TO(Time Out) يأخذ القيمة 0 في حالة انقضاء زمن التأجيل الذي يفرضه "الحارس" Watch dog .

5- RP0(Register page zero) يسمح بتحديد إحدى الصفحتين 0 أو 1 بحيث من أجل - RP0=0 تحدد الصفحة 0

RP0=1 تحدد الصفحة 1 من ذاكرة RAM .

يُثبت البيتان RP1 و RP2 عند 0 في PIC16F84 .

2-4-5 / سجل العمل / Registre de travail :

يرمز له بـ W و يلجأ إليه في أحيان كثيرة خاصة في العمليات الحسابية.

3-4-5 / السجلان TRISA-TRISB :

يعيّنان اتجاه كل خط في المنفذين B و A . يبرمج كل خط كمدخل إذا أرفق

بقيمة 1 ، و كمخرج إذا أعطي القيمة 0.

4-4-5 / المنفذان PORTA , PORTB :

يُعَنّان الميكرو متحكم من الاتصال الفعلي مع محيطه حيث يضم الـ PIC 16F84 ، 13 خطا من المداخل و المخارج موزعة على منفذين على التوازي ثنائي الاتجاه :

5- على المنفذ A من RA0 ..... RA4

8- على المنفذ B من RB0 ..... RB7

يقوم TRISA و TRISB بتحديد اتجاه كل منهما كما سبق ذكره.

6) برمجة الـ PIC16F84 :

إن برمجة الدارة المندمجة تتطلب تجهيزا معيناً يتمثل في العناصر التالية:

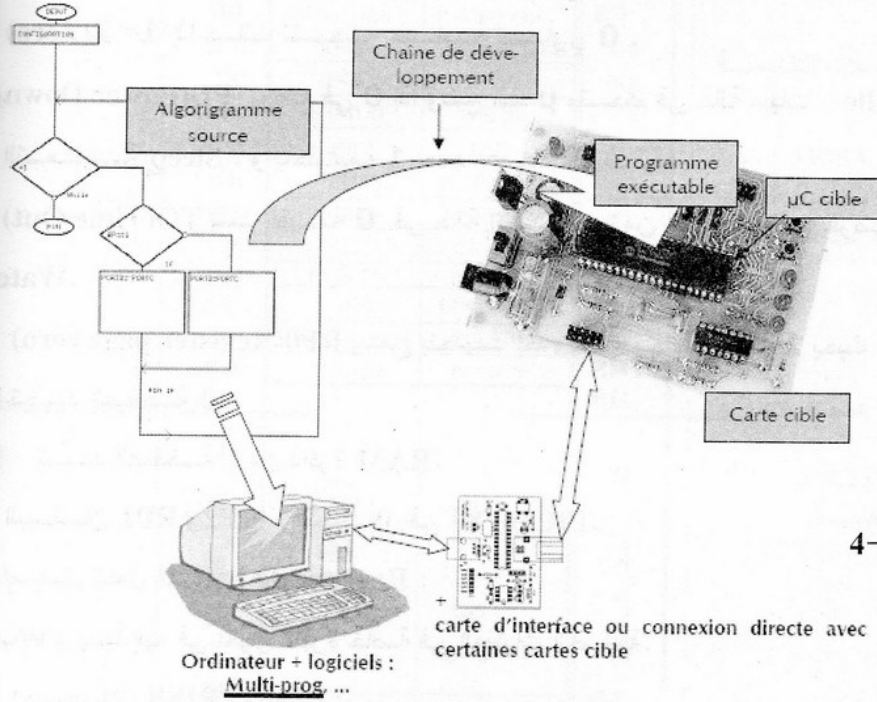
- حاسوب شخصي .

- برمجية MULTIPROG وهي عبارة عن لغة بيانية تتمثل أساسا في ترجمة مباشرة

لخوارزمية Algorithm أو للمتمن Grafcet إلى لغة الآلة.

— دائرة مبرمج — Programmateur de PIC. وهو دائرة الوصل بين الحاسوب و PIC من أجل

البرنامج الأصلي في ذاكرة الدارة المندمجة.



الشكل 4-8

#### 1-6 / الخوارزمية :

كلمة خوارزمية Algorithmه مشتقة نسبة إلى العالم العربي المشهور الخوارزمي الذي قام بوضع أسس حل المسائل بشكل متتابعي .

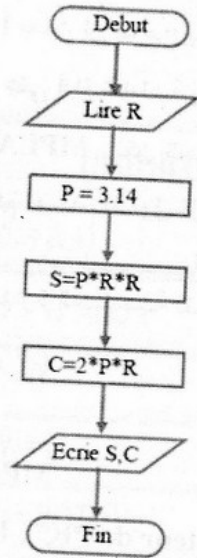
الخوارزمية هي عبارة عن مجموعة من الخطوات المتسلسلة التي تصف بصورة مضبوطة و بدون أي غموض جميع الخطوات الرياضية و المنطقية اللازمة لحل مسألة ما . يمكن تمثيل هذه الخوارزمية بعد إيضاح جميع التعليمات و الأوامر المتسلسلة التي يراد تنفيذها في كل خطوة بمخطط وصفي تسلسلي يدعى بمخطط سير العمليات أو البيان التنظيمي المهيكل أو الخوارزمية البيانية (L'organigramme) و ذلك باستخدام مجموعة من الأشكال الإصطلاحية الرمزية و التي نبينها في شكل التالي :

الاسم	الرمز	ماذا يمثل ؟	مثال
الإمليج		يستعمل في بداية و نهاية البيان .	Debut
متوازي الأضلاع		يستعمل في إدخال و إخراج المعلومات (الكتابة و القراءة)	Lire Rb0
المستطيل		يستعمل لمعالجة المعلومات	$Y=x+b$
المعين		يستعمل لمناقشة الشرط .	Non $X=0$ Oui



مثال 1 : أوجد الخوارزمية البيانية لحساب مساحة  $S$  ومحيط  $C$  لدائرة نصف قطرها  $R$ .

الخوارزمية أو  
Algorigamme

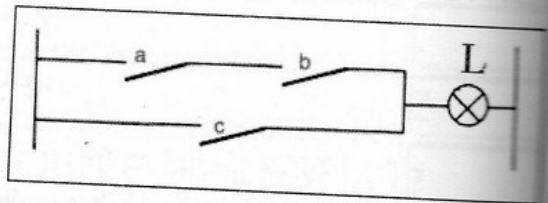
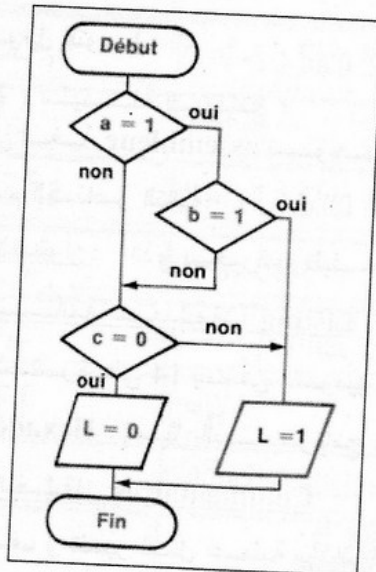


طريقة العمل :

- إبدأ
- اقرأ  $R$
- ضع قيمة  $P = 3.14$
- أحسب المساحة  $S$  من المعادلة  $S = P * R^2$
- أحسب المحيط  $C$  من المعادلة  $C = 2 * P * R$
- أكتب قيم كل من  $S, C$
- توقف

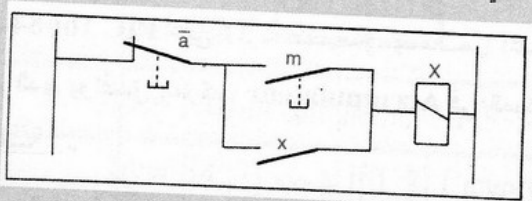
مثال 2: ليكن التركيب الكهربائي التالي :

$$L = ab + c$$



مثال 3 : أوجد الخوارزمية البيانية للتركيب التالي :

$$X = \bar{a}(m+x)$$



## 2-6 البرمجة بلغة Assembler :

نذكر أن الـ PIC يمكن أن يبرمج بأكثر من طريقة , و نكتفي في دراستنا بلغة Assembler التي تتميز بالإعتماد على أداة شاملة يمكن التزود بها مجاناً على موقع Microship و تتمثل في برمجية MPLAB , لكن السلبية الأساسية هي أن مستعمل هذه اللغـة يجب أن يلم ببنية الميكرومتحكم و بمداول كل تعليمة مما يجعل احتمال الخطأ مرتفعاً.

2-6-1 الأدوات الضرورية للبرمجة:  
إن برمجة الدارة المندمجة تتطلب تجهيزاً معيناً يتمثل في

العناصر التالية: ( شكل 7 )

- حاسوب شخصي .
- برمجية MPLAB .
- دارة مبرمج الـ PIC , PIC Programmer .
- برمجية ICPROG .
- كوابل للتوصيل .

2-6-2 / هيكلة البرنامج :  
في لغة assembler توجد هيكلة محددة تنظم كتابة البرنامج الخاص بتطبيق ما

حيث تضم العناصر التالية:

أ/ - العنوان: الذي يعرف وظيفة البرنامج.

ب/ - قائمة التعليمات: Listing

وهي مشفرة على 14 بيت في الترميز الثنائي , وعلى 4 وضعيات في السداسي عشر

Hexadécimal . تمثل البرنامج الفعلي للتطبيق.

ج/ - التعليقات: Commentaires

وهي وصف و تفسير لكل عملية من البرنامج سطراً بسطر بتفصيل يمكن كاتب البرنامج أو غيره من فهمه عند استعماله المتكررة , متجاوزاً اختصارات التعليمات المبهمة. خلال تنفيذ البرنامج يتم تجاهل هذه البيانات.



يتوفر الـ PIC 16F84 على 37 تعليمة , يستعمل أغلبها سجل العمل Working W

(register) الذي يوافق المرمك Accumulateur في الميكرو متحكم

ملاحظة:

من بين التعليمات الـ 37 توجد 2 خاصتان بالـ PIC 16F84 هما OPTION و TRIS .  
لتسهيل التعامل معها يمكن تصنيف هذه التعليمات حسب مقاييس عديدة منها :

- وظيفتها: جمع , مسح , حركة , دوران.....
- نوع المتعامل : بيت , أوكتي , سجل , بدون متعامل.....
- يبين الجدول التالي مدلول كل منها.

mnémonique	Instructions sur les registres ( octets )	bits modifi
ADDWF f,d	$d := W + f$	C,DC,Z
ANDWF f,d	$d := W \text{ AND } f$	Z
CLRF f	$f := 0$	Z
CLRW	$W := 0$	Z
COMF f,d	$d := \text{NOT}(f)$	Z
DECF f,d	$d := f - 1$	Z
DECFSZ f,d	$d := f - 1$ ; Skip if Zero	.
INCF f,d	$d := f + 1$	Z
INCFSZ f,d	$d := f + 1$ ; Skip if Zero	.
IORWF f,d	$d := W \text{ OR } f$	Z
MOVF f,d	$d := f$ ( permet de savoir si $f=0$ en faisant $\text{MOVF } f,1$ )	Z
MOVWF f	$f := W$	.
NOP	n'effectue aucune opération	.
RLF f,d	$d := f \text{ SHL } 1$ 	C
RRF f,d	$d := f \text{ SHR } 1$ 	C
SUBWF f,d	$d := f - W$ (en complément à 2 --> $d := f + \text{not}(W) + 1$ )	C,DC,Z
SWAPF f,d	$d := f[4..7] \leftrightarrow f[0..3]$ ( inverse les quartets )	.
XORWF f,d	$d := W \text{ XOR } f$	Z

يحتاج بناء البرنامج إلى ديجاجة خاصة تتمثل في إعلانات إجبارية تحدد نوع الـ  $\mu C$  و تعرف المتغيرات , و تعين المداخل و المخرج , كما تحدد حيز الذاكرة و تهيوها .  
 نحاول من خلال أمثلة تطبيقية التطرق إلى طريقة بناء برنامج بكل مراحله.

#### ملاحظة:

قبل الخوض في هذه الأمثلة لا بأس من الإطلاع على اصطلاح استعمال بعض الرموز خلال كتابة هذه البرامج.

(b)	البيت المعين للسجل f
d=0	النتيجة في سجل العمل w
d=1	النتيجة في السجل f
f	عنوان سجل أو خانة ذاكرة (h00 حتى hFF)
(f)	محتوى السجل المعين
k	étiquette أو قيمة عددية
(k)	قيمة k
w	سجل العمل
(w)	محتوى سجل العمل

مثال : يسمح هذا البرنامج من تشغيل شاهد ضوئي موجود في المخرج RB0

;Titre du programme : PROG1  
 ;Ce programme allume la LED branchée sur la  
 ;sortie RB0 (bit 0 du Port B) et la laisse  
 ;indéfiniment allumée.

```

+++++
;
                                DIRECTIVES
+++++
                                PROCESSOR      16F84
                                RADIX          HEX
                                INCLUDE        « P16F84.INC »
                                _CONFIG        3FF1
+++++
                                VECTEUR de RESET
+++++
                                ORG            00          ;Vecteur de Reset.
                                GOTO          START        ;Renvoi à l'adresse EEPROM 05
                                                         (hexa)
+++++
                                INITIALISATIONS

```



```

;+++++
START  ORG      05      ;Saut introduit pour passer au-dessus
                                ;des 5 premières adresses de la
                                ;mémoire
                                ;EEPROM (00 - 01 - 02 - 03 et
04).

```

```

        CLRF      PORTB      ;Initialise le Port B.
        BSF      STATUS,RP0  ;Met à 1 (set) le bit 5 (RP0) du
                                ;registre d'état (STATUS).
                                ;Autrement dit : sélectionne la
                                ;page 1 du Register File (adresses
                                ;de 80 à 8B) dans laquelle se trouve
                                ;le Registre STATUS (à l'adresse
                                ;83).

```

```

        MOVLW     b'00000000' ;Met la valeur binaire 00000000
                                ; dans le registre W, matérialisant
                                ; ainsi notre intention d'utiliser
                                ; les 8 lignes du

```

```

        MOVWF     TRI        ;Port B comme SORTIES.
                                ;Port B configuré, mais encore en
                                ;haute impédance (Tri-state).
        BCF      STATUS,RP0  ;Retour à la page 0 du Register File.

```

```

;+++++
;
;
;
PROGRAMME

```

```

;+++++
LOOP    BSF      PORTB,0      ;Allume la LED, car l'instruction
                                ; « BSF » met à 1 (set).
                                ;Dans le cas présent, elle met à 1 le
                                ;bit zéro du Port B (PORTB,0).
                                ;Le programme se reboucle.
                                ;La LED reste indéfiniment

```

```

        GOTO LOOP

```

allumée.

```

        END

```

;Fin du programme.

2-3/ استعمال برمجية MPLAB و ICPROG  
 البرمجية MPLAB أداة خاصة بكل الميكرو متحكمات PIC , و هو برنامج يمكن التزود به مجاناً  
 على موقع Microship .

يتم بكتابة و ضبط و تصحيح البرامج. حيث يضم في آن واحد :

– محرر نص (يكتب تعليمات البرنامج) بامتداد .asm . Editeur

– برمجية لتحويله إلى لغة الآلة بامتداد .hex .

— مقلد لمشاهدة تنفيذ البرنامج. **Simulateur** الذي يسمح باختبار أي تطبيق من خلال مشاهدة سجلات، الذاكرة، المداخل و المخارج على الدارة المقلدة.

يجب أن تحمل جميع الملفات المرفقة لمشروع ما نفس التسمية للمشروع و لا تختلف الا الامتدادات.

ب — أما برمجية **ICPROG** فيتمثل دورها أساسا في شحن ذاكرة **PIC** بالبرنامج ذي الإمتداد **hex**. وبالتالي الإنتقال بالتطبيق من الجانب النظري إلى الجانب العملي .

نحتاج في هذه العملية إلى دارة خاصة تسمى "المبرمج" **Programmeur de Pic** يمكن انجازها بتركييب متعددة و متنوعة. نختار من بين أبسطها تركيب **jdm**.

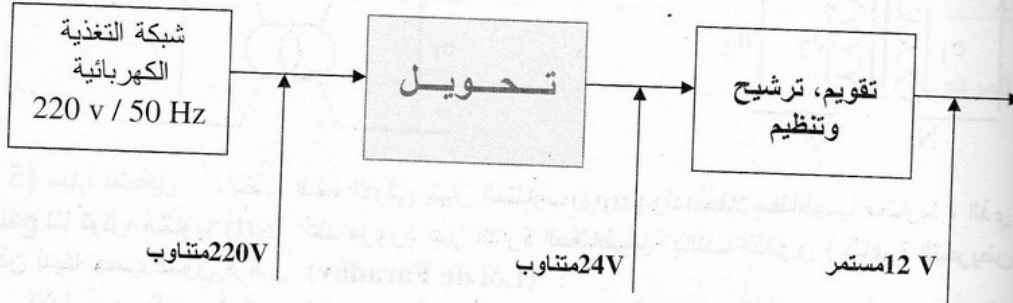
نحاول فيما يلي شرح طريقة العمل بالبرمجيتين من خلال الخطوات الفعلية , ومختلف الشاشات التي توجهنها في برمجة الدارة.

#### 6-2-4 / كيفية تشغيل برنامج **MPLAB**

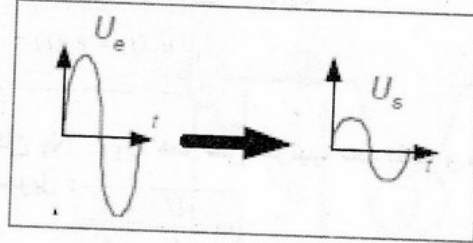
تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 8-1 »

## تحويل الطاقة الكهربائية

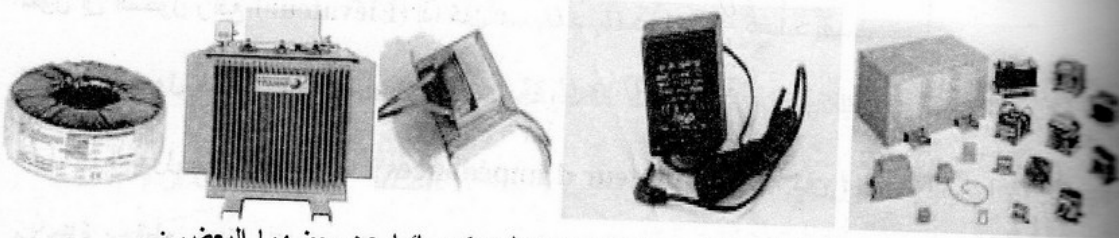
4



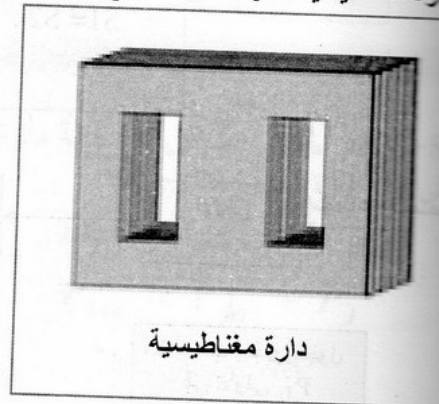
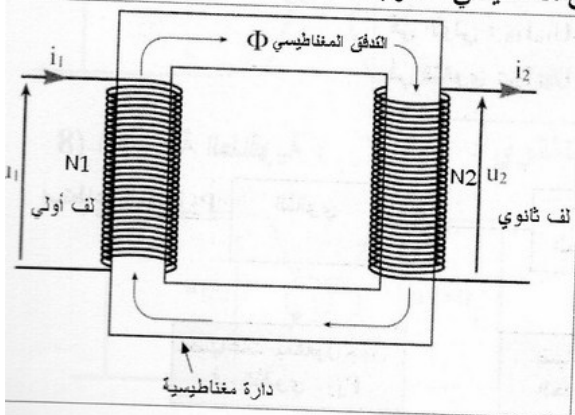
تم عملية تحويل الطاقة الكهربائية عن طريق المحول Transformateur .  
(1) تعريف المحول : هو عبارة عن آلة كهربائية ساكنة تقوم بتغيير سعة المقادير المتناوبة بدون تغيير ترددها .



(2) أنواع المحولات :

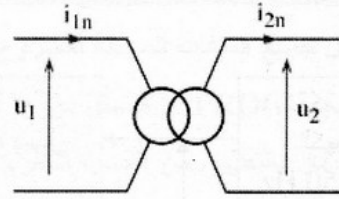
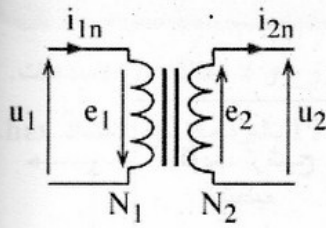


(3) التكوين : يتكون محول أحادي الطور من لفين معزولين كهربائيا عن بعضهما البعض :  
لف أولي عدد لفاته  $N_1$  موصول بمنبع لتوتر جيبى و يعتبر كأخذة .  
لف ثانوي عدد لفاته  $N_2$  موصول بحمولة كهربائية و يعتبر كمنبع لتوتر جيبى .  
دائرة مغناطيسية مكونة من صفائح موزقة يجتاها تدفق مغناطيسي متناوب .



دائرة مغناطيسية

(4) الرمز :



(5) مبدأ تشغيل : يغذى اللف الأولي بتيار المتناوب  $u_1(t)$  مولدا حقلًا مغناطيسيًا متناوبًا ، الذي بدوره ينتج لنا توترًا متناوبًا  $u_2(t)$  عند مروره عبر الدارة المغناطيسية باللف الثانوي ( ظاهرة التحريض ) .  
إذن لدينا حسب قانون فارادي ( Loi de Faraday ) :  
في الأولي : ظهور قوة محرّكة كهربائية جيّبة  $e_1(t)$

$$u_1(t) = -e_1(t) = N_1 \frac{d\varphi}{dt}$$

في الثانوي : ظهور قوة محرّكة كهربائية جيّبة  $e_2(t)$

$$u_2(t) = e_2(t) = -N_2 \frac{d\varphi}{dt}$$

(6) نسبة التحويل: إذا كان  $U_1$  ،  $N_1$  هما على الترتيب عدد لفات و توتر الأولي ، و  $N_2$  ،  $U_2$  عدد لفات و توتر الثانوي ، نسبة التحويل :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

نقول أن المحول رافع (Élévateur) إذا كان :  $m > 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} > 1 \Rightarrow U_2 > U_1$

نقول أن المحول خافض (Abaisseur) إذا كان :  $m < 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} < 1 \Rightarrow U_2 < U_1$

نقول أن المحول مكيف الممانعات (Adaptateur d'impédances) إذا كان :  $m = 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 1 \Rightarrow U_2 = U_1$

ملاحظة : مقطع الناقل يتناسب عكسيا مع التوتر المطبق عليه .

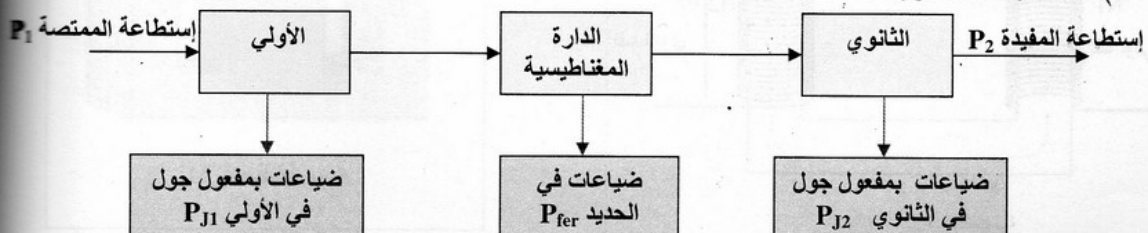
مثال : محول 220v/12v ، إذا كان الأولي 220V عدد لفاته أكبر من عدد لفات الثانوي و مقطعه ناقله ( لاف ذو التوتر العالي ) يكون أصغر من مقطع اللف الثانوي ( لاف ذو توتر منخفض ) .

(7) الاستطاعة الظاهرية:

$$S_1 = S_2$$

في الأولي :  $S_1 = U_{1n} I_{1n}$   
في الثانوي :  $S_2 = U_{2n} I_{2n}$

(8) الحصيلة الطاقوية :





العلاقات :

$$P_1 = P_J + P_{FER} + P_2$$

$$P_J = P_{J1} + P_{J2}$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \phi_2$$

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \phi_1$$

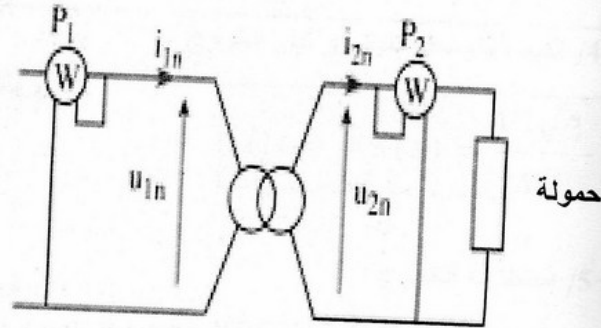
1-8 / المردود :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{fer} + P_J} = \frac{P_1 - P_{fer} - P_J}{P_1}$$

2-8 / حساب المردود بالطريقة المباشرة:

يكن التركيب التالي بحيث نقوم بقياس في الأولي  $P_1$  و في الثانوي  $P_2$  باستعمال جهاز الواطمتر .  
 $i_{1n}, i_{2n}$  تيارات الاسمية للأولي و الثانوي .  
 $u_{1n}, u_{2n}$  توترات الاسمية للأولي و الثانوي .

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$



3-8 / حساب المردود بالطريقة الضياعات المتفرقة :

1-3-8 / اختبار المحول في حالة فراغ ( بدون حمولة ) :

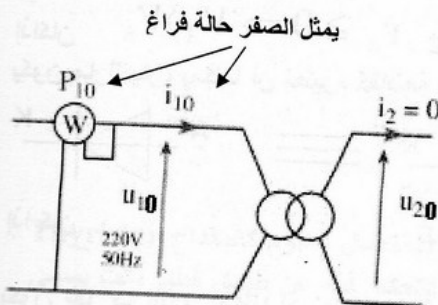
$$I_2 = 0 \Rightarrow P_2 = 0 \Rightarrow P_{J2} = 0$$

$$P_{10} = P_{J10} + P_{fer}$$

في حالة فراغ  $I_{10}$  ضعيف جدا يمكننا إهمال  $P_{J10}$  أمام  $P_{fer}$  .  
 فن

$$P_{10} = P_{fer}$$

نتيجة : اختبار المحول في الفراغ يعطي ضياعات الحديدية .



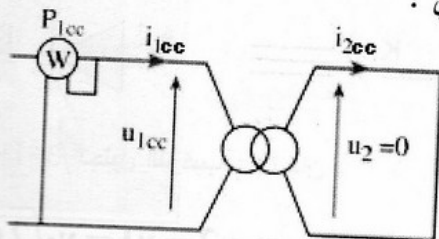
2-3-8 / اختبار المحول في حالة دارة قصيرة للثانوي :

في حالة دارة قصيرة للثانوي لدينا :

$$u_2 = 0 \Rightarrow P_{2cc} = 0$$

$$P_{1cc} = P_{fer} + P_J$$

cc : court circuit  
 دارة قصيرة



يتم ضبط التوتر  $u_{1cc}$  بحيث يكون بعض الأجزاء المئوية من التوتر الاسمي يؤدي هذا إلى مرور تيار في

$$P_J = P_{1cc}$$

الثانوي  $I_{2cc} = I_{2n}$  .  
بما أن  $u_{1cc}$  ضعيف يستلزم ضياعات في الحديد ضعيفة يمكننا إهمالها أمام  $P_J$  ، تصبح العلاقة

النتيجة : اختبار المحول في قصر الدارة يعطي الضياعات بمفعول جول ( النحاسية ) في لفات المحول .

ملاحظة : عند تغذية الثانوي بحمولة يحدث فرق في الصفحة  $\phi(I_2, U_2)$  و لدينا هبوط في التوتر  $\Delta U_2$  حيث  
 $\Delta U_2 = U_{2v} - U_2$

نشاط : محول 220/6v ، عدد لفات الأولي  $N_1 = 600$  ،  $\Delta U_2 = 0.09 U_2$  ، أحسب عدد لفات الثانوي  $N_2$  .

(9) قراءة لوحة التعليمات : على حساب النمط NF 15.100

لدينا المعطيات التالية التي يمكن أن نقرأها على لوحة التعليمات للمحول :

$$8KVA , 50 Hz , 5000V / 235 V$$

$$U_{1n} = 5000V \text{ توتر الاسمي للأولي}$$

$$U_{20} = 235V \text{ توتر في حالة فراغ في الثانوي .}$$

$$f = 50Hz \text{ تردد}$$

$$S = 8KVA \text{ الاستطاعة الظاهرية الاسمية .}$$

(10) التقويم الغير المراقب :

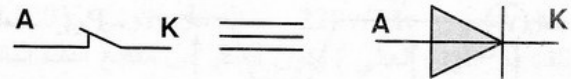
1-10 / التقويم أحادي الطور أحادي النوبة :

1-1-10 / تذكير : التقويم هو عبارة عن تحويل إشارة ثنائية الاتجاه إلى إشارة أحادية الاتجاه .

2-1-10 / التركيب :

نفرض أن الثنائي D مثالي أي  $V_{seuil} = 0V$

إذا كان  $v_d \geq 0 \Rightarrow V_A > V_K$  ثنائي المسرى يكون مارللتيار ، يمكننا أن نعتبره كقاطعة مغلقة .

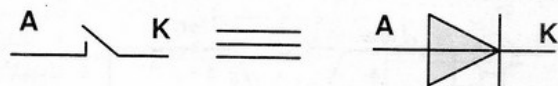


$$v_d < 0 \Rightarrow V_A < V_K$$

ثنائي المسرى

إذا كان

يكون غير مارللتيار يمكننا أن نعتبره كقاطعة مفتوحة .

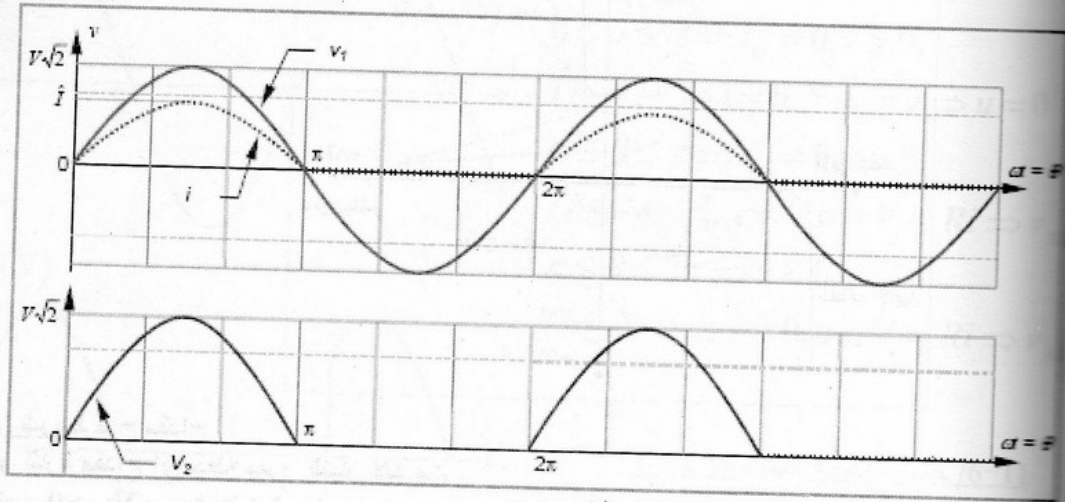


3-1-10 / تحليل التركيب : إذا كان :

$$0 \leq \theta \leq \pi \Rightarrow v_1 > 0 \Rightarrow D \text{ تنقل } (i \neq 0) \Rightarrow v_d = 0 \Rightarrow v_2 = v_1 = v\sqrt{2} \sin \theta$$

لما إذا كان :

$$\pi \leq \theta \leq 2\pi \Rightarrow v_1 < 0 \Rightarrow D \text{ لا تمرر } (i = 0) \Rightarrow v_2 = 0 \Rightarrow v_d = v_1 = v\sqrt{2} \sin \theta$$



10-1-4 / القيم المتوسطة لتوتر و تيار الخروج :

$$\langle v_2(t) \rangle = \overline{v_2(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}$$

$$\langle i(t) \rangle = \overline{i(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi R}$$

10-1-5 / إستطاعة الخروج :

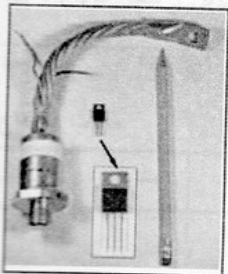
$$\langle p(\theta) \rangle = \frac{V^2}{2R} \quad \text{متوسطة}$$

$$p(\theta) = \frac{2V^2}{R} \sin^2 \theta \quad \text{لحظية}$$

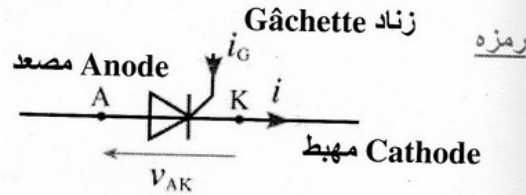
10-1-6 / شدة التيار الفعال :

$$I = I_{eff} = \frac{V}{\sqrt{2}R}$$

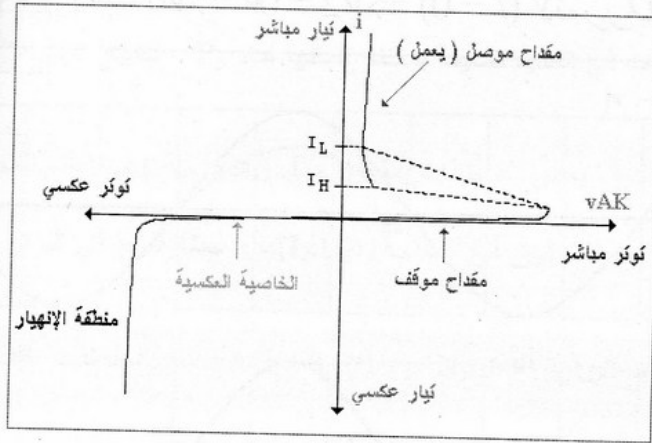
11) التقويم المراقب : هو عبارة عن تقويم يمكن التحكم فيه باستعمال المقوم كالمقداح Thyristor .  
11-1/ تعريف المقداح : هو عبارة عن ثنائي المسرى يمكن التحكم فيه عن طريق قطب ثالث يسمى بالزناد Gachette .



شكله الحقيقي



## 2-11/ خاصية المقداح :

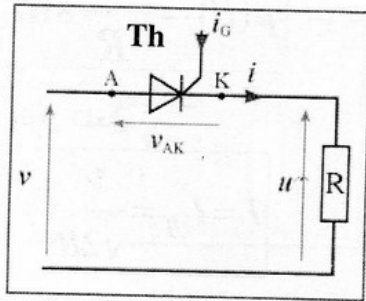


## 3-11/ شروط قذف مقداح :

لقذف أو إثارة مقداح أي جعله يمرر التيار لابد من :

- \* التوتر  $V_{AK} > 0$  و بعث إشارة على مستوى الزناد (اللسين) G على شكل تيار ، توتر أو نبضات .
- \* ارتفاع سريع لدرجة الحرارة .
- \* تغير سريع في التوتر  $V_{AK}$  .
- \* بعث إشارة ضوئية بالنسبة لمقداح ضوئي .

## 4-11/ تركيب لمقوم مراقب :



$$v = \hat{V} \sin \omega t = \hat{V} \sin \theta$$

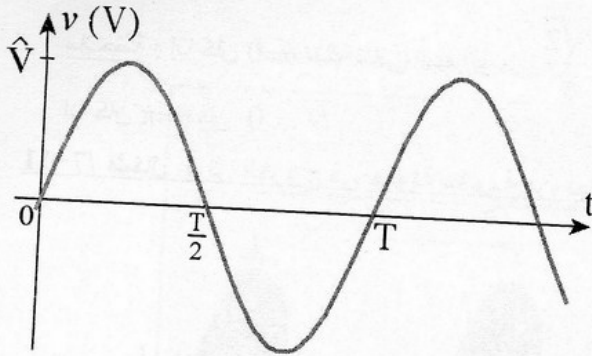
$$\theta = \omega t$$

$$u = Ri$$

$\alpha$  : زاوية القذف Angle d'amorçage



5-11 / تحليل التركيب :  
إذا كان :



$$0 \leq \theta \leq \alpha \Rightarrow i_G = 0, v > 0,$$

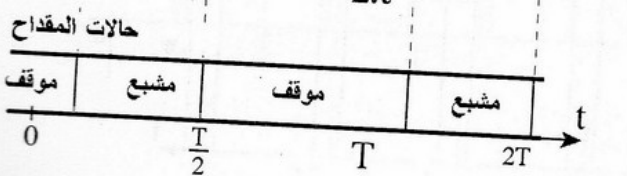
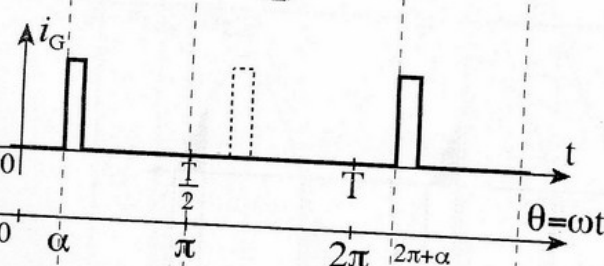
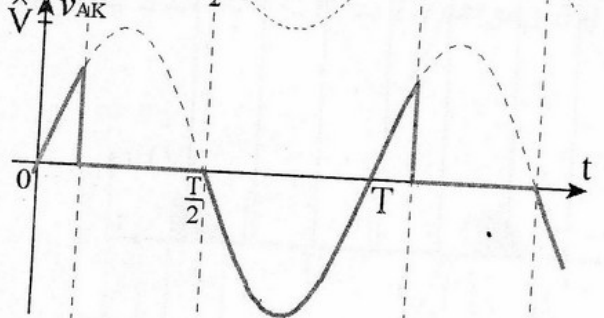
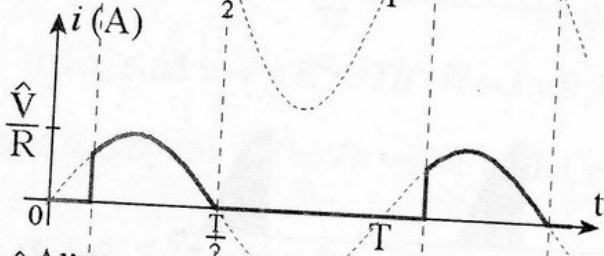
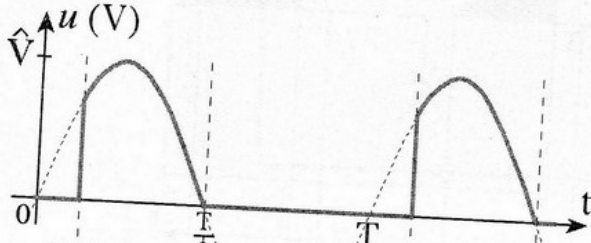
$$Th \text{ موقف} \Rightarrow i = 0, V_{AK} = v \Rightarrow u = 0$$

$$\alpha \leq \theta \leq \pi \Rightarrow i_G \neq 0, v > 0,$$

$$Th \text{ مشيع} \Rightarrow i \neq 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} =$$

$$\pi \leq \theta \leq 2\pi \Rightarrow v < 0,$$

$$Th \text{ مشيع} \Rightarrow i \neq 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} =$$



6-11 / حساب القيمة المتوسطة لـ u :

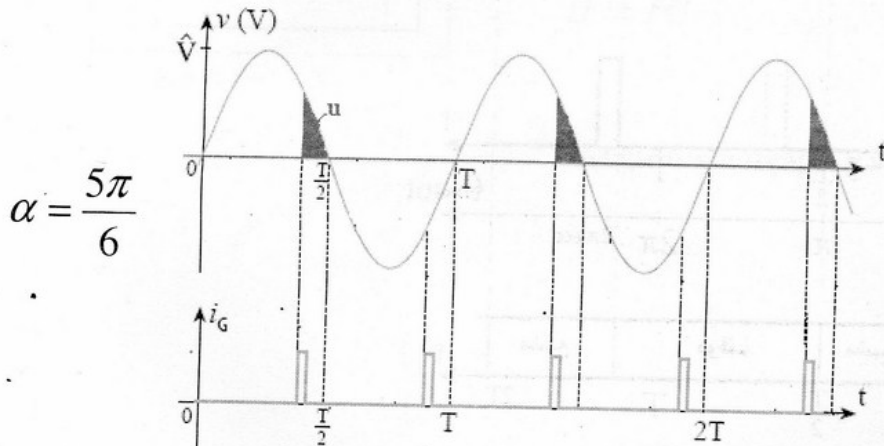
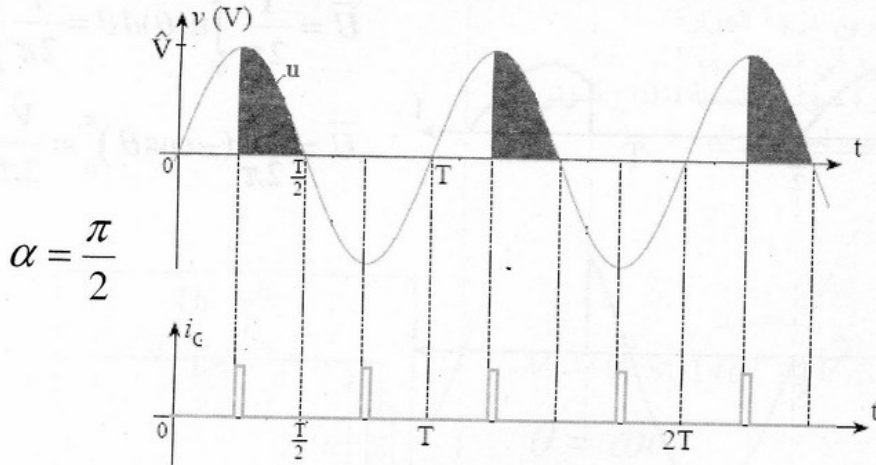
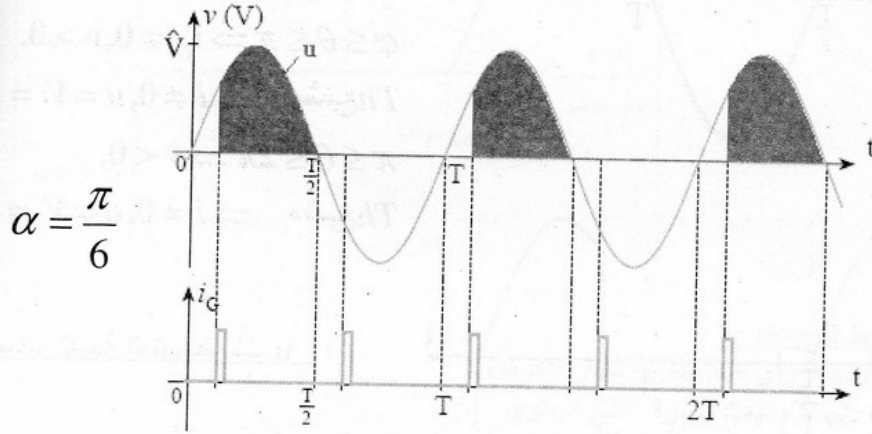
$$\bar{U} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u(\theta) d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \hat{V} \sin \theta d\theta$$

$$\bar{U} = \frac{\hat{V}}{2\pi} (-\cos \theta)_{\alpha}^{\pi} = \frac{\hat{V}}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

$$\bar{U} = \frac{\hat{V}}{\pi} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi} \text{ ملاحظة : إذا كان } \alpha=0 \text{ حالة ثنائي المسرى فإن}$$

$$\bar{U} = 0 \text{ إذا كان } \alpha=\pi \text{ فإن}$$

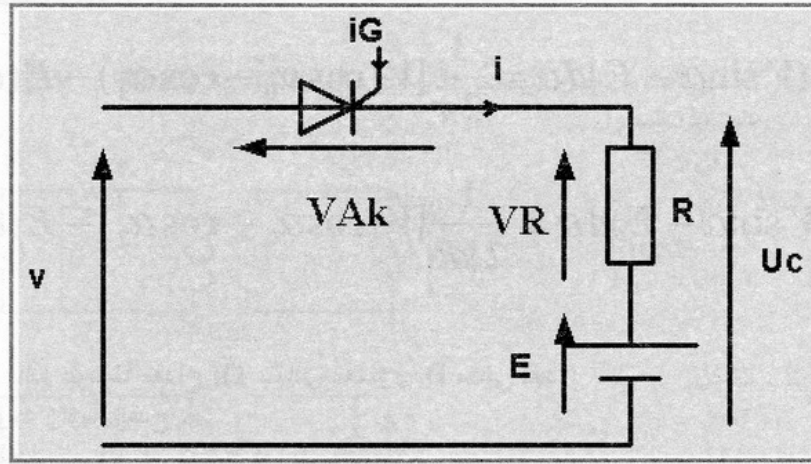
7-11 / أشكال توتر الخروج في حمولة مقاومة من أجل عدة قيم لزاوية القذح  $\alpha$  :



نشاط :

# تقويم مراقب حالة حمولة R-E ( شاحن البطاريات )

التركيب :

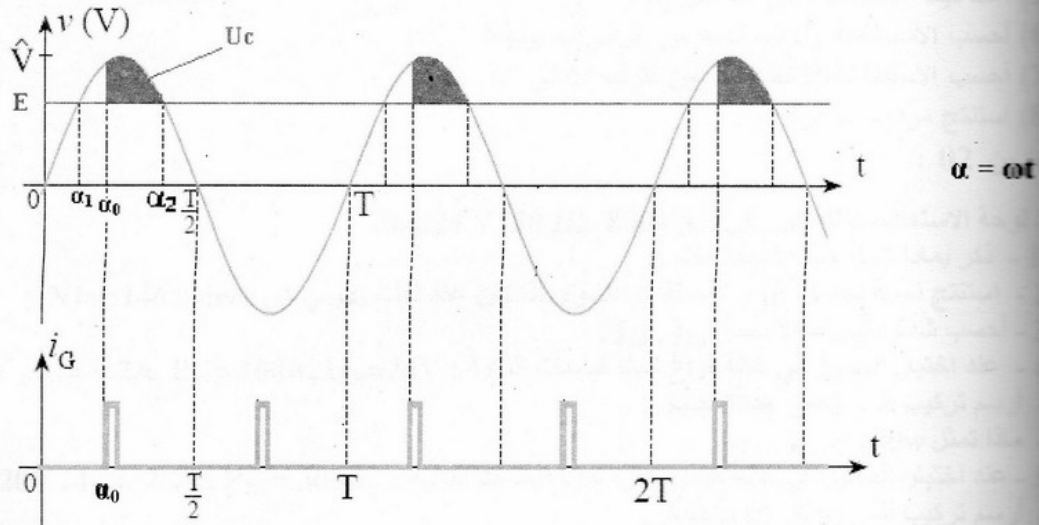


التحليل : نعتبر المقدح Th المستعمل مثالي ، إذا كان :

$$0 \leq \alpha_0 \leq \alpha_1 \Rightarrow v < E \Rightarrow Th \text{ موقف}, i = 0, U_c = E, V_{AK} = v - E = \hat{V} \sin \alpha, \alpha = \omega t$$

$$\alpha_1 \leq \alpha_0 \leq \alpha_2 \Rightarrow v > E \Rightarrow Th \text{ مشبع}, i \neq 0, U_c = Ri + E = v = \hat{V} \sin \alpha, V_{AK} = 0, V_R = Ri$$

$$\alpha_2 \leq \alpha_0 \leq 2\pi \Rightarrow v < E \Rightarrow Th \text{ موقف}, i = 0, U_c = E, V_{AK} = v - E = \hat{V} \sin \alpha$$



- حساب القيمة المتوسطة لـ  $v_R$  و  $i$  :

$$\overline{v_R} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha_0}^{\alpha_2} (\hat{V} \sin \alpha - E) d\alpha = \frac{1}{2\pi} [\hat{V} (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_2) - E (\alpha_2 - \alpha_0)]$$

$$\overline{i} = \frac{1}{2\pi R} \int_{\alpha_0}^{\alpha_2} (\hat{V} \sin \alpha - E) d\alpha = \frac{1}{2\pi R} [\hat{V} (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_2) - E (\alpha_2 - \alpha_0)]$$

حالة خاصة : إذا عوضنا مقدار  $\text{Th}$  بثنائي المسرى  $D$  مثالي نجد :

$\alpha_0 = \alpha_1$  لا توجد زاوية القذح .

القيم المتوسطة لـ  $v_R$  و  $i$  تصبح كما يلي :

$$\overline{v_R} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\hat{V} \sin \alpha - E) d\alpha = \frac{1}{2\pi} [\hat{V} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) - E (\alpha_2 - \alpha_1)]$$

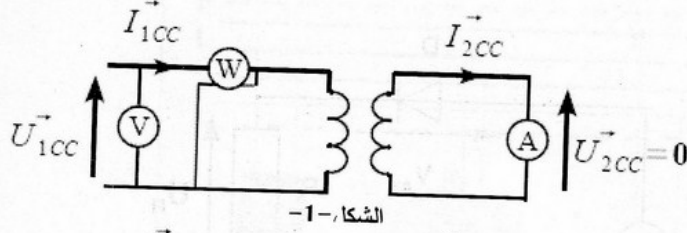
$$\overline{i} = \frac{1}{2\pi R} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\hat{V} \sin \alpha - E) d\alpha = \frac{1}{2\pi R} [\hat{V} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) - E (\alpha_2 - \alpha_1)]$$



## تمارين

تمرين 01 :

لوحة تعليمات لمحول أحادي الطور تحمل البيانات التالية :  $1500V / 225V ; 50 Hz ; 44 KVA$   
نقوم بعدة اختبارات على هذا المحول :

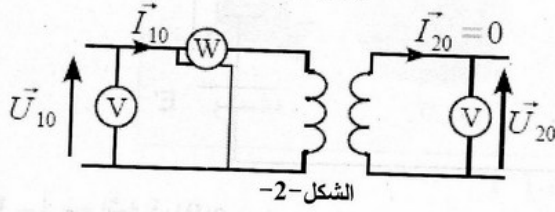


• الاختبار 1 : الشكل -1-

أعطى القياس :  $P_{1cc} = 225 W$

$U_{1cc} = 22.5 V$

$I_{1cc} = 30 A$

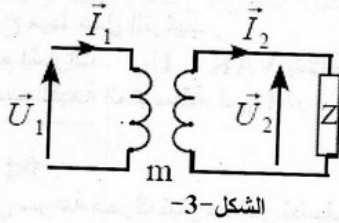


• الاختبار 2 : الشكل -2-

أعطى القياس :  $P_{10} = 300 W$

$U_{10} = 1500 V$

$U_{20} = 225 V$



• الاختبار 3 : الشكل -3-

$U_2 = 221 V$

$I_2 = 200 A$

$\cos \phi_2 = 0,8$

- (1) عين نسبة التحويل بدون حمولة ؟
- (2) عين القيمة الاسمية للتيار الثانوي  $I_{2N}$  ؟
- (3) أعط قيمة الضياعات في الحديد  $P_f$  ؟
- (4) أحسب قيمة التيار بدارة قصيرة  $I_{2cc}$  ؟
- (5) أعط قيمة الضياعات في النحاس  $P_j$  ؟
- (6) أحسب الاستطاعة  $P_2$  الممتصة من طرف الحمولة ؟
- (7) أحسب الاستطاعة  $P_1$  الممتصة من طرف الأولي ؟
- (8) استنتج مردود المحول ؟

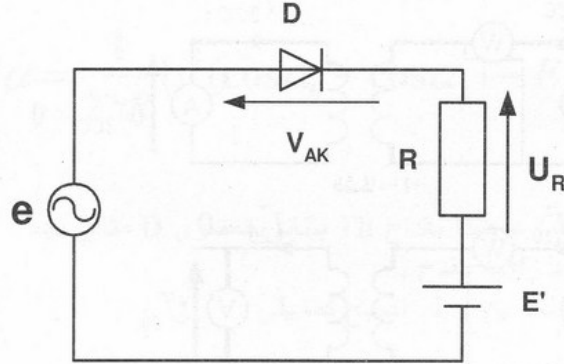
تمرين 02 :

- لوحة الاستعلامات للمحول هي :  $380/24 V 50 Hz 800VA$

- 1 - ذكر بماذا تمثل هذه الاستعلامات .
- 2 - استنتج نسبة تحويل  $m$  و عدد لفات الثانوي إذا كان عدد لفات الأولي هي  $N_1 = 5146$  spires .
- 3 - أحسب شدة التيارات الاسمية  $I_{1n}$  ,  $I_{2n}$  .
- 4 - عند اختبار المحول في حالة فراغ لدينا قياسات التالية :  $U_{1v} = 380V$  ,  $I_{1v} = 0.2A$  ,  $P_{1v} = 100w$  ,  $U_{2v} = 24V$  .
- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل  $P_{1v} = 100w$  .
- 5 - عند اختبار المحول في حالة قصر الدارة لدينا قياسات التالية :  $U_{1cc} = 20V$  ,  $I_{1cc} = 2.1A$  ,  $P_{1cc} = 300w$  .
- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل  $P_{1cc} = 300w$  .
- أحسب  $I_{2cc}$  .
- 6 - أحسب مردود المحول إذا كانت  $P_2 = 1.8Kw$

### تمرين 03 :

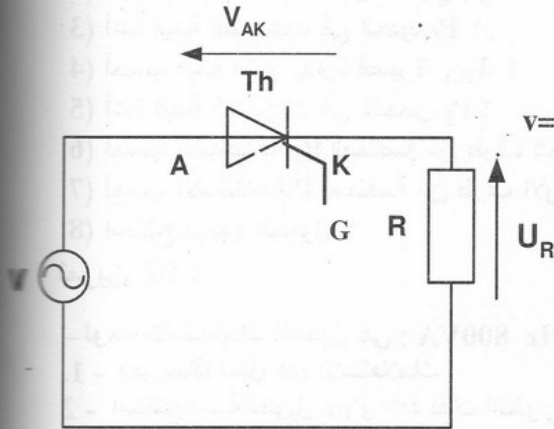
ليكن التركيب التالي يحتوي على مقوم أحادي النوبة يغذي حمولة ( R-E' ) حيث  $R = 10 \Omega$  ,  $E = 220 \text{ V}$  ثنائي المسرى ( ديود ) D مثالي .  
 $e = E_M \sin \theta$  ,  $\theta = \omega t$  ,  $E_M = 220\sqrt{2} \text{ V}$



- 1 - أرسم إشارة  $e(\theta)$  .
- 2 - اشرح مبدأ عمل التركيب .
- 3 - أرسم إشارات  $V_{AK}$  ,  $U_R$  بدلالة  $\theta$  .
- 4 - أحسب القيمة المتوسطة لـ  $U_R$  ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار  $I_R$  .

### تمرين 04 :

لتحكم في سرعة محرك تيار مستمر نضيف تقويم مراقب يحتوي على تيرستور Th مثالي حسب الشكل التالي :



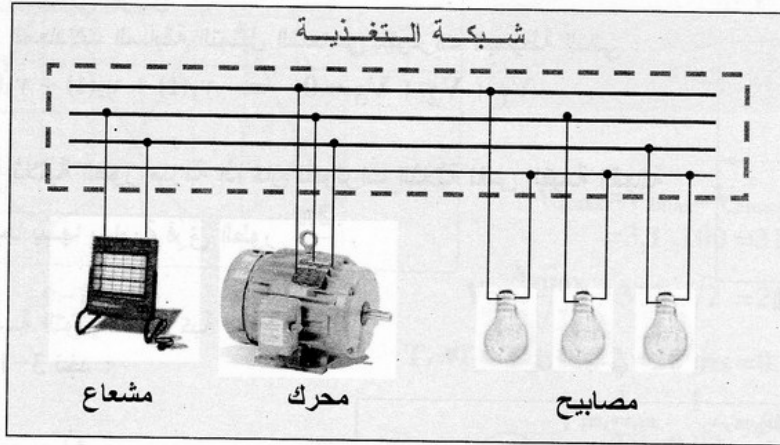
$$v = V_M \sin \theta , \theta = \omega t , V_M = 24\sqrt{2} \text{ v} , R = 10 \Omega$$

- 1- اشرح مبدأ عمل التركيب .
- 2- أرسم إشارات  $V_{AK}$  ,  $U_R$  ,  $i_G$  بدلالة  $\theta$  . تيار الزناد  $i_G$  يمثل بنبضات دورية متأخر بزاوية  $\theta_0$  .
- 3 - أحسب القيمة المتوسطة لـ  $U_R$  ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار  $I_R$  بدلالة  $\theta_0$  . حيث  $\theta_0$  زاوية قذح التيرستور ( angle d'amorçage ) .  
تطبيق عددي : أتمم الجدول التالي :

$\theta_0 (^\circ)$	0	30	45	60	90
$U_R (V)$					

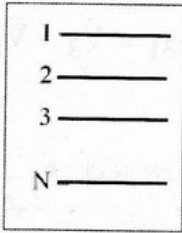
# التيار المتناوب ثلاثي الطور

5



الشكل 1-1 : محاسن التغذية ثلاثية الطور

الآلات ثلاثية الأطوار لها استطاعات أكبر بـ 50% من الآلات أحادية الطور من نفس الكتلة و بالتالي يكون ثمنها أقل ( يتناسب الثمن طرديا مع كتلة الآلة ) .  
عند نقل الطاقة الكهربائية ، تكون الضياعات أقل في الثلاثي الطور .



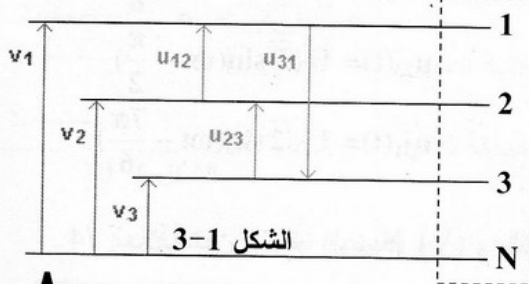
الشكل 2-1

2/ شبكة التوزيع ثلاثية الطور المتزنة :

يتم التوزيع عن طريق أربعة (4) نواقل ( أسلاك ) :

- ثلاثة نواقل للأطوار و يرمز لها بـ 1 , 2 , 3 أو A , B , C أو R , S , T
- ناقل الحيادي و يرمز له بـ N .

3/ التمثيل البياني لشبكة التوترات ثلاثية الطور المتزنة :



الشكل 3-1

بين نواقل شبكة التوزيع ثلاثية الطور هناك ستة ( 6 )  
توترات متوفرة :

- توترات بسيطة بين الأطوار و الحيادي :  $v_1, v_2, v_3$
- توترات مركبة بين الأطوار :  $u_{12}, u_{23}, u_{31}$

1-3/ دراسة التوترات البسيطة :

• التمثيل البياني :

التوترات متطابقة فيما بينها بزاوية  $\frac{2\pi}{3}$

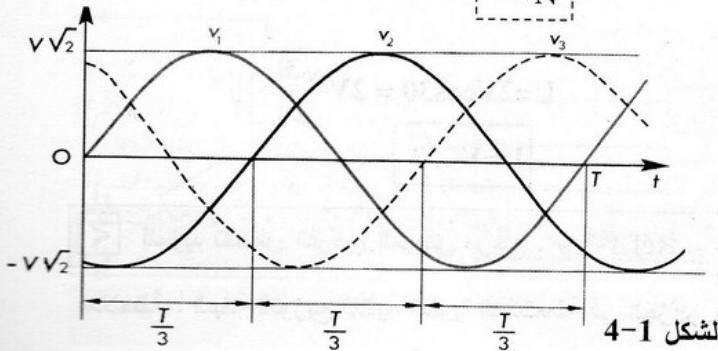
و لها نفس القيمة الفعالة .

• المعادلات الزمنية :

$$v_1(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$$

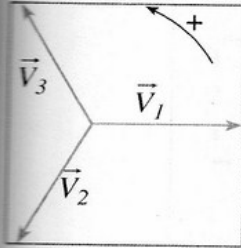
$$v_2(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$v_3(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$$



الشكل 4-1

مع :  $V_{\max} = V\sqrt{2}$  ( التوتر الأعظمي ) ، ( التوتر الفعال )  $V$   
 $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$  ( النبض :  $f$  ، تواتر الشبكة ،  $T$  : الدور )



الشكل 5-1

• التمثيل الشعاعي لفريزل :  
 نستنتج من المعادلات السابقة التمثيل الشعاعي للتوترات البسيطة التالي :

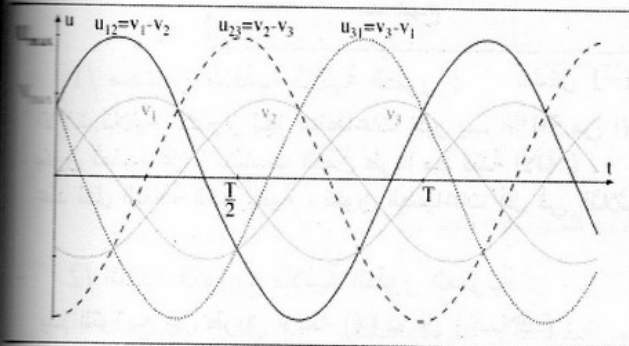
$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = \vec{0} \Rightarrow v_1(t) + v_2(t) + v_3(t) = 0$$

• تعريف :  
 تكون الشبكة ثلاثية الطور متزنة إذا كان للتوترات الثلاثة نفس القيمة الفعالة  
 و متساوية فيما بينها بزاوية فرق الطور  $\frac{2\pi}{3}$ .

2-3/ دراسة التوترات المركبة :

من الشكل 3-1 نجد :

• التمثيل البياني :



الشكل 6-1

$$u_{12} = v_1 - v_2 \Rightarrow \vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

$$u_{23} = v_2 - v_3 \Rightarrow \vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$$

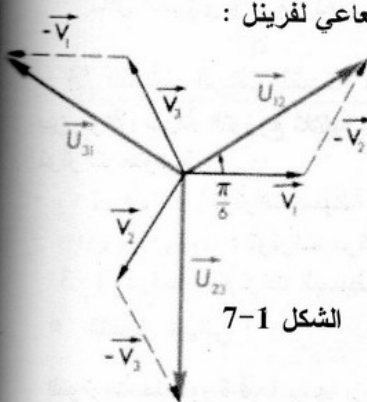
$$u_{31} = v_3 - v_1 \Rightarrow \vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

• المعادلات الزمنية :

$$u_{12}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

$$u_{23}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

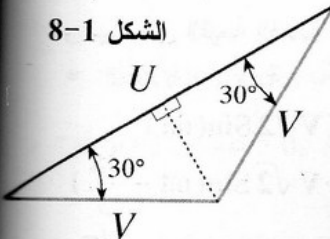
$$u_{31}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$



الشكل 7-1

4/ العلاقة بين التوتر البسيط (V) و التوتر المركب (U) :

الشكل 8-1



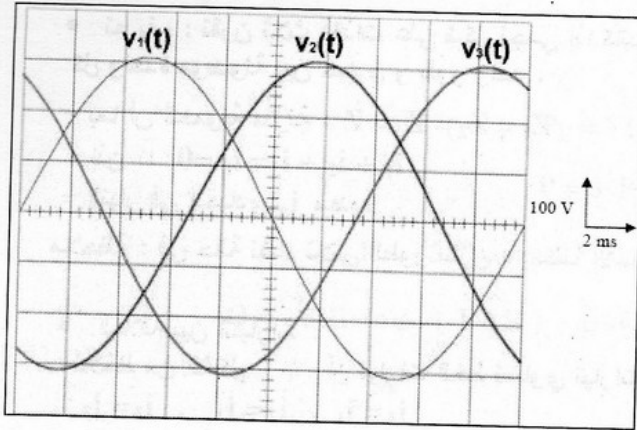
$$U = 2V \cos 30 = 2V \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U = V \sqrt{3}$$

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 1-1 » « Réf 1-2 »

ملاحظة : شبكة التوزيع ثلاثية الطور المستعملة في الجزائر هي : 220 / 380 V , 50 hz





الشكل 9-1

تمرين تطبيقي :

هنا بمعينة المقادير البسيطة باستعمال  
جهاز راسم الاهتزاز فتحصلنا على الإشارات  
الممثلة في الشكل 9-1 :  
عين : السعة ، الدور ، التواتر و زاوية  
فرق الطور لكل إشارة .

الحل :

- السعة :  $V_{1max}=V_{2max}=V_{3max}=3,1.100=310 \text{ V}$

$V=\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}=310.\sqrt{2}=219,2 \approx 220 \text{ V}$

- الدور :  $T_1=T_2=T_3=10.2=20 \text{ ms}=0,02 \text{ s}$

- التواتر :  $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0,02}=50 \text{ hz}$

- فرق الطور : الفارق الزمني بين الإشارتين  $v_1(t)$  و  $v_2(t)$  هو  $\theta=3,3.2=6,6 \text{ ms}$

إذن فرق الطور  $\phi$  بين الإشارتين هو :  $\phi=\frac{2\pi}{T}.\theta=\frac{2\pi}{3} \text{ rad}$

و بنفس الطريقة نجد : فرق الطور بين الإشارتين  $v_1(t)$  و  $v_3(t)$  هو  $\frac{4\pi}{3} \text{ rad}$

و فرق الطور بين الإشارتين  $v_2(t)$  و  $v_3(t)$  هو  $\frac{2\pi}{3} \text{ rad}$

5/ تغذية حمولة ثلاثية الطور المتزنة :

تعريف :

- حمولة ثلاثية الطور : هي حمولة متكونة من ثلاثة عناصر متماثلة  
ممانعتها  $Z$ .

- متزنة : لأن العناصر الثلاثة متماثلة .

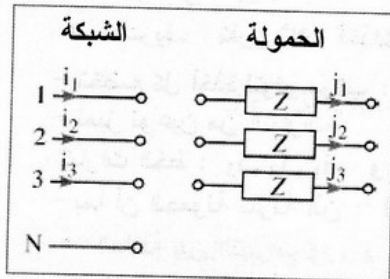
- تيارات الخط : هي التيارات المارة في نواقل الشبكة ثلاثية الطور  
و يرمز لها بـ  $I$ .

- تيارات الطور : هي التيارات المارة في العناصر  $Z$  للحمولة ثلاثية  
الطور و يرمز لها بـ  $J$ .

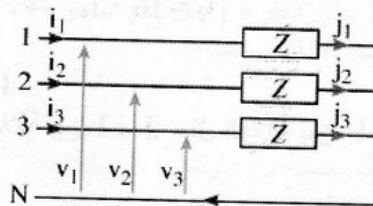
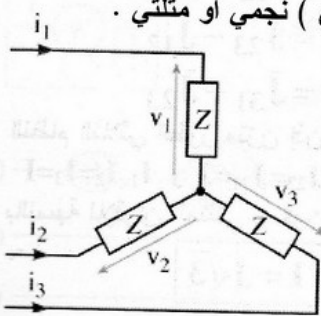
ملاحظة : يمكن ربط الشبكة و الحمولة بطريقتين مختلفتين : ربط (إقران) نجمي أو مثلثي .

5-1/ الحمولة إقران نجمي :

• التركيب :

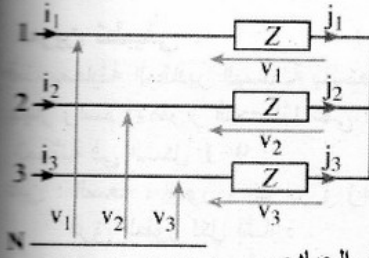


الشكل 10-1



الشكل 11-1

• الرمز :  $Y$  ،  $\Delta$



الشكل 12-1

- تعريف : تفرن ثلاث آخذات على شكل نجمي إذا كانت كل واحدة موصولة بين حيادي و طور واحد .

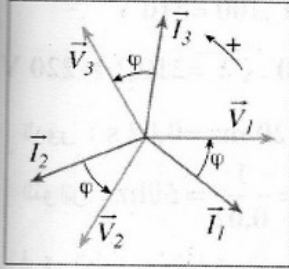
- بما أن الحمولة متزنة :  $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z$

$$\text{إذن : } i_1 + i_2 + i_3 = i_n = 0$$

- التيار في الحيادي  $i_n$  معدوم .

ملاحظة : في حالة نظام ثلاثي الطور متزن ، يمكننا الاستغناء عن ناقل الحيادي .

- التمثيل الشعاعي :



الشكل 13-1

- العلاقة بين التيارات :

نلاحظ من الشكل أن تيارات الخط تساوي تيارات الطور :

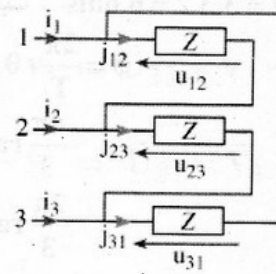
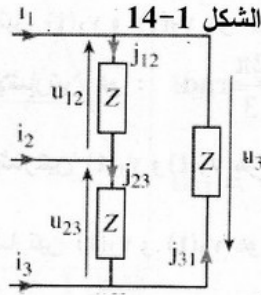
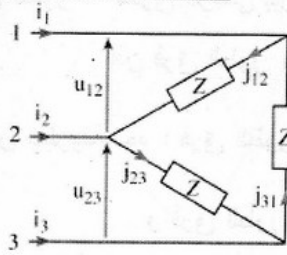
$$i_1 = j_1, i_2 = j_2, i_3 = j_3$$

بما أن الحمولة و الشبكة متزنتان إذن :  $I_1 = I_2 = I_3 = I = J$

في حالة إقران نجمي لدينا :  $I = J$

2-5 / الحمولة إقران مثلثي :

- التركيب :



- الرمز :  $\Delta$

- تعريف : تفرن ثلاث آخذات على شكل مثلثي إذا كانت كل واحدة مربوطة بين طورين .

- تخضع كل آخذة لتوتر مركب :  $U = V\sqrt{3}$

- نميز نوعين من التيارات :

تيارات الخط :  $i_1, i_2, i_3$  و تيارات الطور ( التيارات في الآخذات ) :  $j_{12}, j_{23}, j_{31}$

- بما أن الحمولة متزنة إذن :  $i_1 + i_2 + i_3 = 0$  و  $j_{12} = j_{23} = j_{31}$

- العلاقة بين التيارات :

من الشكل 14-1 نجد :

$$i_1 = j_{12} - j_{31} \Rightarrow \bar{I}_1 = \bar{J}_{12} - \bar{J}_{31}$$

$$i_2 = j_{23} - j_{12} \Rightarrow \bar{I}_2 = \bar{J}_{23} - \bar{J}_{12}$$

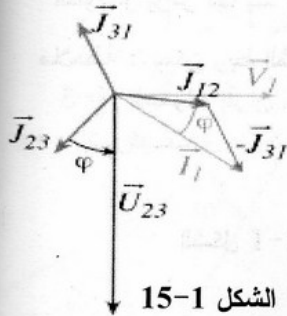
$$i_3 = j_{31} - j_{23} \Rightarrow \bar{I}_3 = \bar{J}_{31} - \bar{J}_{23}$$

النظام الثلاثي الطور متزن إذن :

$$J_{12} = J_{23} = J_{31} = J \text{ و } I_1 = I_2 = I_3 = I$$

بالنسبة للإقران المثلثي ، تكون العلاقة بين I و J مثل العلاقة بين U و V :

$$I = J\sqrt{3}$$



الشكل 15-1

## 6- الاستطاعة في الثلاثي الطور :

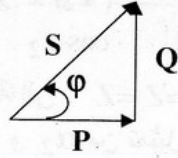
1-6/ تركيب نجمي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد :  $P_1 = VI \cos \varphi$  مع  $\varphi = (\vec{I}, \vec{V})$

- الاستطاعة الفعالة الكلية :  $P = 3 \cdot P_1 = 3VI \cos \varphi$  مع  $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$

- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران نجمي :  $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$  ( W )

- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد :  $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$  ( VAR )



- الاستطاعة الظاهرية الكلية :

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{3U^2 I^2 \cos^2 \varphi + 3U^2 I^2 \sin^2 \varphi}$$

$$S = \sqrt{3} UI \text{ (VA)}$$

- عامل الاستطاعة : مثل النظام أحادي الطور ، عامل الاستطاعة هو نسبة الاستطاعة الفعالة على

$$f_p = K = \frac{P}{S} = \cos \varphi \text{ الاستطاعة الظاهرية}$$

2-6/ تركيب مثلثي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد :  $P_1 = UJ \cos \varphi$  مع  $\varphi = (\vec{J}, \vec{U})$

- الاستطاعة الفعالة الكلية :  $P = 3 \cdot P_1 = 3UJ \cos \varphi$  مع  $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$

- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران مثلثي :  $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$  ( W )

- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد :  $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$  ( VAR )

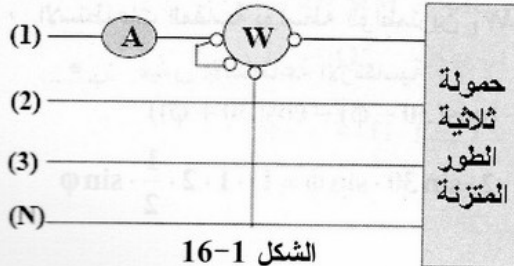
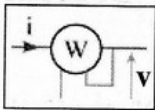
- الاستطاعة الظاهرية الكلية :  $S = \sqrt{3} UI \text{ (VA)}$

- عامل الاستطاعة :  $f_p = K = \cos \varphi$

ملاحظة : مهما يكن نوع الاقران ، تعبر الاستطاعات بدلالة : التوتر المركب U و تيار الخط I

## 7/ قياس الاستطاعة الفعالة في الثلاثي الطور : الواطمتر

يسمح الواطمتر بقياس الاستطاعة الفعالة P في النظام الأحادي و الثلاثي الطور .  
يحمل الجهاز أربعة مرابط : مربطين لقياس التوتر و مربطين لقياس التيار .  
فإن يتحقق نوعان من الربط : ربط على التفرع ( مثل الفولطمتر ) لقياس التوتر و ربط على التسلسل ( مثل الأمبيرمتر ) لقياس التيار .

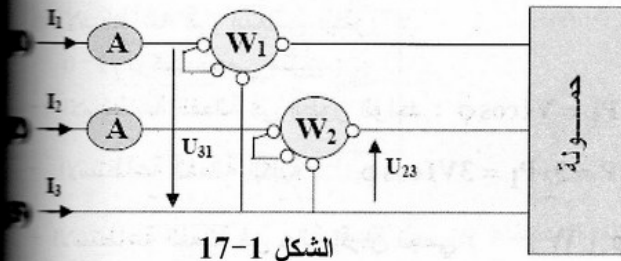


الشكل 16-1

1-7/ طريقة الواطمتر الواحد :

نقيس الاستطاعة الفعالة الكلية P الممتصة من طرف حمولة متزنة نقيس الاستطاعة في خط واحد ثم نضرب القيمة المقاسة في 3 .

$$P = 3 \cdot P_1$$



الشكل 17-1

2-7 / طريقة الواطمتريين :

• قياس الاستطاعة الفعالة :

حسب تمثيل فرينل : ( الشكل 18-1 )

- استطاعة الواطمتر 1 (  $P_1$  ) :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(\bar{I}_1, \bar{U}_{31}) = U \cdot I \cdot \cos \alpha_1 \quad (1)$$

- استطاعة الواطمتر 2 (  $P_2$  ) :

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(\bar{I}_2, \bar{U}_{23}) = U \cdot I \cdot \cos \alpha_2 \quad (2)$$

بما أن الحمولة متزنة إذن :  $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z$  ،  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$  ، نستخرج الزوايا  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  من تمثيل فرينل :

حساب  $\alpha_1$  :  $\delta + 30^\circ = 180^\circ$  و  $\delta + \varphi + \alpha_1 = 180^\circ$

و منه :  $\delta + \varphi + \alpha_1 = \delta + 30^\circ \Rightarrow \alpha_1 + \varphi = 30^\circ$

$$\alpha_1 = 30^\circ - \varphi$$

حساب  $\alpha_2$  :  $\theta + \alpha_2 = 180^\circ$  و  $\theta + \varphi + 30^\circ = 180^\circ$

و منه :  $\theta + \varphi + 30^\circ = \theta + \alpha_2$

$$\alpha_2 = 30^\circ + \varphi$$

إذن :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(30^\circ - \varphi) \quad (1)$$

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(30^\circ + \varphi) \quad (2)$$

$$P = P_1 + P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30^\circ - \varphi) + \cos(30^\circ + \varphi)) \quad (3) : \text{الاستطاعة الفعالة الكلية}$$

نعلم أن :  $\cos(a - b) = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b$

$$\cos(a + b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$$

إذن :  $\cos(a + b) + \cos(a - b) = 2 \cdot \cos a \cdot \cos b$

$$P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos \varphi \Rightarrow P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \varphi \quad \text{نجد : (3) العلاقة في التعويض}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

نستنتج أن الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور متزنة تساوي مجموع

الاستطاعات المقاسة بواسطة الواطمتريين  $W_1$  و  $W_2$  :  $P = P_1 + P_2$

• قياس الاستطاعة الارتكاسية :

$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30^\circ - \varphi) - \cos(30^\circ + \varphi))$$

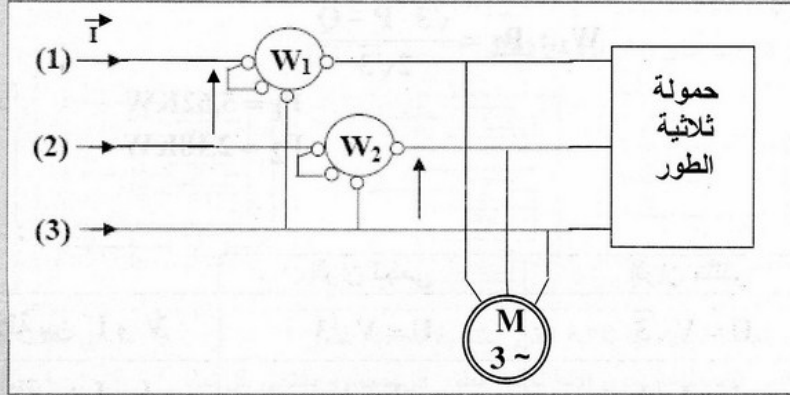
$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot 2 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi$$



$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot \sin \phi = \frac{Q}{\sqrt{3}} \Rightarrow Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$$

تمرين تطبيقي :

- منشأة كهربائية ثلاثية الطور 230 V / 400 V ; 50 Hz تحتوي على :
- محرك لامترامن ثلاثي الطور 230 V / 400 V ذو استطاعة مفيدة  $P_U = 3KW$  ,  $\eta = 91\%$  و عامل استطاعة  $\cos(\phi) = 0,86$ .
  - حمولة ثلاثية الطور تمتص استطاعة فعالة  $P_R = 4,5 KW$  و استطاعة ارتكاسية  $Q_R = 4 Kvar$ .



- 1- كيف تقرر لفات المحرك ؟
- 2- أحسب الاستطاعة الفعالة  $P_M$  الممتصة من طرف المحرك ؟
- 3- أحسب الاستطاعة الارتكاسية  $Q_M$  الممتصة من طرف المحرك ؟
- 4- أحسب الاستطاعة الفعالة الكلية  $P$  الممتصة من طرف المنشأة ؟
- 5- أحسب الاستطاعة الارتكاسية الكلية  $Q$  الممتصة من طرف المنشأة ؟
- 6- استنتج الاستطاعة الظاهرية الكلية  $S$  للمنشأة ؟
- 7- استنتج تيار الخط  $I$  ؟
- 8- أحسب عامل الاستطاعة للمنشأة ؟
- 9- ما هي القيم التي يشير إليها الواطمترين  $P_1$  و  $P_2$  ؟

الحل :

- 1- إقران نجمي : 230 V هو توتر اللف الواحد و يوافق التوتر البسيط V للشبكة .

$$\eta = \frac{P_U}{P_M} \Rightarrow P_M = \frac{\eta}{P_U} = \frac{3 \cdot 10^3}{0,91} = 3,3KW \quad -2$$

$$Q_M = P \tan \phi = 1,96K \text{ var} \quad -3$$

$$P = P_R + P_M \quad P = 3,3 \cdot 10^3 + 4,5 \cdot 10^3 = 7,8KW \quad -4$$

$$Q = Q_M + Q_R \quad Q = 1,96 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3 = 5,96K \text{ var} \quad -5$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad S = \sqrt{(7,8 \cdot 10^3)^2 + (5,96 \cdot 10^3)^2} = 9,8KVA \quad -6$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad I = \frac{9,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 14,2A \quad -7$$

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{S} \quad \cos(\varphi) = \frac{7,8 \cdot 10^3}{9,8 \cdot 10^3} = 0,796 \quad -8$$

$$\begin{cases} P = P_1 + P_2 \\ Q = \sqrt{3} \cdot (P_1 - P_2) \end{cases} \quad -9 \text{ القيم التي يشير لها الواطمترين :}$$

$$W_1 : P_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot P + Q}{2\sqrt{3}} \quad \text{من المعادلتين نجد :}$$

$$W_2 : P_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot P - Q}{2\sqrt{3}}$$

$$P_1 = 5,62 \text{KW} \quad \text{بالتعويض نجد :}$$

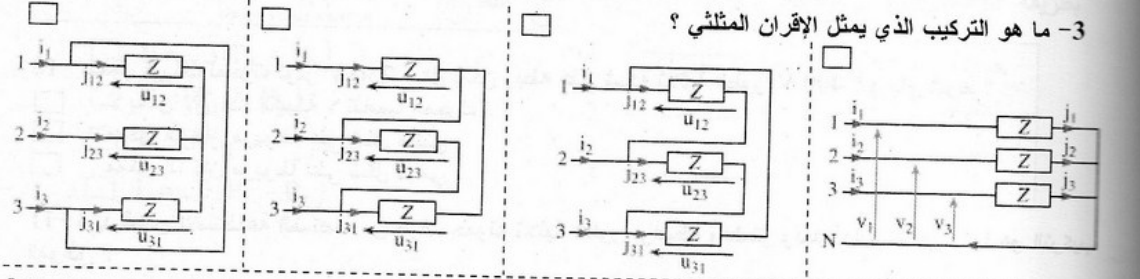
$$P_2 = 2,18 \text{KW}$$

/8 الخلاصة :

إقران مثلثي	إقران نجمي	
$U = V\sqrt{3}$	$U = V\sqrt{3}$	العلاقة بين U و V
$I = J\sqrt{3}$	$I = J$	العلاقة بين I و J
$\varphi (\vec{J}, \vec{U})$	$\varphi (\vec{I}, \vec{V})$	زاوية فرق الطور
$P = 3 \cdot P_1 = 3VJ \cos \varphi$ $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	$P = 3 \cdot P_1 = 3VI \cos \varphi$ $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	الاستطاعة الفعالة
$Q = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	$Q = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	الاستطاعة الارتكاسية
$S = \sqrt{3}UI$	$S = \sqrt{3}UI$	الاستطاعة الظاهرية
$f_P = \cos \varphi$	$f_P = \cos \varphi$	عامل الاستطاعة
$P_J = 3rJ^2$ $P_J = \frac{3}{2}RI^2$	$P_J = 3rI^2$ $P_J = \frac{3}{2}RI^2$	الضياع بمفعول جول
$R = \frac{2}{3}r$	$R = 2r$	المقاومة المكافئة

## اختبر معلوماتك

- 1- ما هي العلاقة الموجودة بين التوترات البسيطة و التوترات المركبة ؟
- 2- تتكون حمولة ثلاثية الطور متوازنة من :  
☐ 3 مقاومات من نفس القيمة ؟  
☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة  $Z$  و مركبة على التسلسل أو التفرع .  
☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة  $Z$  و مركبة على شكل نجمي أو مثلثي .
- 3- ما هو التركيب الذي يمثل الإقران المثلثي ؟



- 4- ماهي فائدة الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور بالنسبة لأحادية الطور ؟
- 5- ما هي العلاقة الموجودة بين  $V$  و  $U$  ؟
- 6- ما هو التوتر البسيط لشبكة ثلاثية الطور 660 V ؟

- 7- تيار الخط لهذه الحمولة ثلاثية الطور هو :  $I = 10 \text{ A}$  فما هي القيمة الفعالة للتيار  $J$  في كل لف ؟
- 8- المعادلات اللحظية للتوترات البسيطة هي :

<input type="checkbox"/> $v_1 = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ <input type="checkbox"/> $v_3 = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$	<input type="checkbox"/> $v_1 = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$ <input type="checkbox"/> $v_3 = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$	<input type="checkbox"/> $v_1 = V\sqrt{3} \sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{3} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ <input type="checkbox"/> $v_3 = V\sqrt{3} \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$
<input type="checkbox"/> $v_1 = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2} \sin(\omega t + 120)$ <input type="checkbox"/> $v_3 = V\sqrt{2} \sin(\omega t + 240)$		

9- اللوحة الإشارية لمحرك تشير إلى " 400 V Δ " ما معنى هذه المعلومة؟

- ☐ التوتر الاسمي الذي يتحمله كل لف للمحرك هو 400 V .  
☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة 400 V .  
☐ يجب ربط المحرك على شكل نجمي على شبكة 400 V .  
☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة ذات توتر بسيط 400 V .

MOT. 3 ~ LS 100 L

N° 8945/79

22 kg

Code :

T

IP 55

I cl. F

40°C

S1

%

c/h

$\Delta$  380

50

1415

3

0.83

7.1

$\Delta$  400

50

1420

3

0.78

7.2

$\Delta$  415

50

1430

3

0.74

7.3

DE

NDE

g

h

MOTEURS LEROY-SOMER

DM 1502

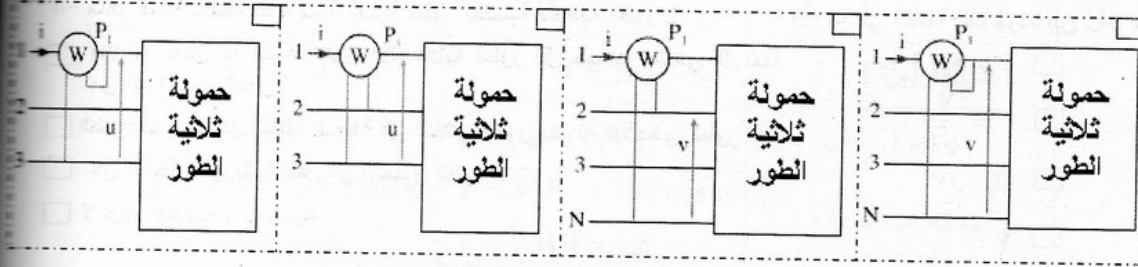
MARKE INFRASOUE

TEC 35.1 (B2)

10- يتحمل كل لف لمحرك توتر 230 V . هل يمكن ربطه على شبكة ثلاثية الطور 400 V ؟ و بأي شرط ؟

- ☐ لا يمكن لأن هذه الشبكة لا تناسب المحرك .  
☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل مثلثي .  
☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل نجمي .

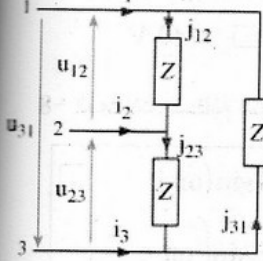
11- نريد قياس الاستطاعة الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور بواسطة واطمتر وأحد أحادي الطور . ما هو التركيب الموافق ؟



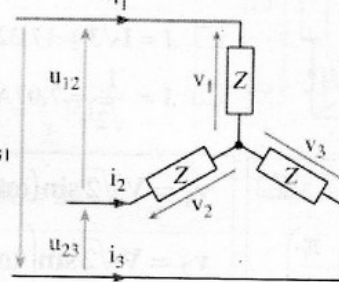
12- لقياس الاستطاعة في السؤال السابق ، ما هي العلاقة بين الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة و الاستطاعة المشار إليها بالواطمتر ؟

- ☐  $P = \sqrt{3}P_1$     ☐  $P = 3P_1$     ☐  $P = P_1$     ☐  $P = \sqrt{2}P_1$

13- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟ 15- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟



- ☐  $P = \sqrt{3}UI \cos \phi$   
☐  $P = \sqrt{3}UJ \cos \phi$   
☐  $P = 3UJ \cos \phi$   
☐  $P = 3UI \cos \phi$



- ☐  $P = 3VI \cos \phi$   
☐  $P = UI \cos \phi$   
☐  $P = 3UI \cos \phi$   
☐  $P = \sqrt{3}VI \cos \phi$

14- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب النجمي السابق هي الزاوية بين :

- ☐  $(\vec{I}_1, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{I}_1, \vec{V}_1)$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{V}_1)$

- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب المثلثي السابق هي الزاوية بين :

- ☐  $(\vec{I}_1, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{I}_1, \vec{V}_1)$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{V}_1)$



15- حمولة مربوطة نجما على شبكة ثلاثية الطور 400 V تمتص 1000 W ، ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف نفس الحمولة في حالة ربطها على شكل مثلثي على نفس الشبكة ؟

- ☐ 333 W      ☐ 577 W      ☐ 1732 W      ☐ 3000 W

16- الاستطاعة المقاسة لثنائي قطب من التركيب النجمي السابق هي 276 W ، فما هي الاستطاعة الكلية الممتصة من طرف التركيب ؟

- ☐ 478 W      ☐ 828 W      ☐ 21 MW      ☐ 159 W

17- أكمل التركيب التالي لقياس الاستطاعة في الثلاثي ثلاثية الطور 18- الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة بطريقة الواطمترين هي :

☐  $P = \sqrt{3}(P_1 + P_2)$

☐  $P = (P_1 + P_2)$

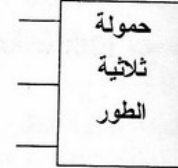
☐  $P = 3(P_1 + P_2)$

☐  $P = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_



## تمارين

تمرين 01 :

لآلة مربوطة على شكل مثلثي لها ثلاثة وشائع متماثلة (  $R=10\Omega$  ,  $L=1\text{ H}$ ,  $\cos \phi = 0,85$  ) يتحمل كل لف توتر  $U=230\text{V}$  ,  $f=50\text{Hz}$

- 1- أحسب شدة التيار في كل وشيعة ؟ و تيار الخط ؟
- 2- أحسب الاستطاعة الفعالة و الارتكاسية و الظاهرية للآلة ؟

تمرين 02 :

تسمح مبدلة بربط على شكل نجمي أو مثلثي ثلاثة مقاومات متماثلة لفرن مغذى بشبكة ثلاثية الطور محققة توتر  $U=200\text{V}$  بين طورين .  $R_1=R_2=R_3=R=10\Omega$  .  
أحسب التيار المار في المقاومة و استيار في الخط و استطاعة الفرن في حالة كل من التركيب النجمي و المثلثي؟

تمرين 03 :

محرك ثلاثي الطور استطاعة مفيدة تقدر بـ 5 cv بمردود 0.85 و عامل استطاعة  $\cos \phi = 0,8$  عند تغذيته بشبكة ثلاثية الطور  $U=200\text{V}$  ,  $50\text{Hz}$  .  
ما هو التيار الاسمي لفواصم الحماية إذا سمحنا بفرط في التيار يقدر بـ 25 % ؟

تمرين 04 :

يحتوي التركيب لإثارة ورشة 12 مصباحا يحمل البيانات التالية 115 v - 100 w مركبة على شكل نجمي متوازن

و مغذى بشبكة ثلاثية الطور حيث التوتر بين طورين هو  $U=200\text{ V}$   
- أحسب التيار في الخط ؟

يتم تغيير التركيب (  $L'$  installation ) باستعمال مصابيح تحمل البيانات التالية 220V - 60 W  
- ما هو عدد المصابيح الواجب تركيبها لامتصاص نفس الاستطاعة ؟

نفرض أن مقاومة المصباح تتغير قليلا بدلالة التوتر المطبق  
- أحسب التيار في الخط ؟

تمرين 05 :

يتم إنارة ورشة بـ 60 مصباحا  $115V - 120 W$  موزعة بالتساوي على الأطوار الثلاثة لشبكة ثلاثية الطور بحيث التوتر بين طورين هو  $200V, 50Hz$ .

- 1- أعط رسم التركيب ؟
- 2- أحسب التيار في الخط ؟
- 3- أحسب استطاعة التركيب ؟
- 4- أحسب التيارات في الخط و الاستطاعة الممتصة في حالة انصهار فاصم في أحد الأطوار ؟

تمرين 06 :

بتطبيق طريقة الواط مترين على حمولة ثلاثية الطور متوازنة التي تمتص استطاعة  $1200w$  مع عامل الاستطاعة  $\cos \phi = 0,707$ .

- أوجد الاستطاعتين  $P_1$  و  $P_2$  التي يشير لها الجهازين ؟

تمرين 07 :

لتكن حمولة ثلاثية الطور مكونة من ثلاث ثنائيات الأقطاب، ممانعة كل واحد منها  $10\Omega$  و معامل استطاعة  $0,8$  تربط الثنائيات الأقطاب الثلاثة على شكل نجمي ثم مثلي على شبكة ثلاثية الطور  $400V - 50Hz$ .  
أكمل الجدول التالي ثم علق على النتائج :

مثلي	نجمي	
		التوتر بين طرفي ثنائي القطب
		تيار الطور
		تيار الخط
		$P_1$ (لثنائي قطب واحد)
		$P$
		$Q$
		$S$

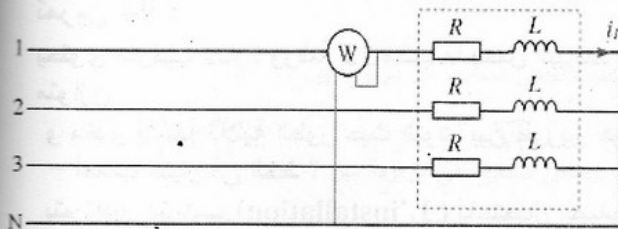
تمرين 08 :

تحمّل اللوحة الاشارية لمسخن كهربائي ثلاثي الطور المركب على شبكة  $400V, 50 Hz$  البيانات التالية :  
 $U = 400 V - \Delta - 50 Hz - P = 3,0 kW$ .

- 1) أرسم شكل اقران المسخن على الشبكة ؟
- 2) أحسب تيار الخط و التيار المار في عناصر المسخن ؟
- 3) استنتج قيمة المقاومة لعنصر واحد من المسخن ؟

تمرين 09 :

حمولة ثلاثية الطور مكونة من 3 وشائع متماثلة . كل وشيعة ممثلة بـ ذاتية  $L = 0,10 H$  على التسلسل مع مقاومة  $R = 40 \Omega$ . تغذى العناصر الثلاثة بشبكة ثلاثية الطور متوازنة  $220/380 V ; 50 Hz$  كما يبينه الشكل التالي :



- 1-1) ما هو نوع اقران الوشائع ؟
- 2-1) عين شدة التيار المار في الحيادي ؟
- 3-1) عين القيمة الفعالة للتوتر بين طرفي وشيعة واحدة ؟
- 2) مثل على الشكل 1- جهاز يسمح بقياس القيمة الفعالة للتوتر البسيط للشبكة ؟

(3) أحسب ممانعة الوشيعة ؟  
(1-4) مثل على الشكل -1- جهازا يسمح بقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المار عبر الوشيعة المربوطة في الطور 1 ؟

(2-4) أحسب القيمة التي يشير إليها هذا الجهاز ؟

(3-4) أحسب زاوية فرق الطور بين  $i_1$  و  $v_1$  ؟

(5) الاستطاعة التي يشير إليها الواطمتر في الشكل -1- هي 750 W . إذا كانت القيمة الفعالة للتيار المار في الوشيعة هو  $I = 4,32$  A و زاوية فرق طور  $38^\circ$  . أحسب بالنسبة للحمولة ثلاثية الطور :

(1-5) عامل الاستطاعة ؟

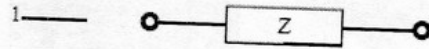
(2-5) الاستطاعة الظاهرية ؟

(3-5) الاستطاعة الفعالة ؟

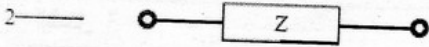
(4-5) الاستطاعة الارتكاسية ؟

تمرين 10 :

على شبكة ثلاثية الطور 50 Hz , 230v / 400v ، نربط على شكل مثلثي ثلاثة ( 03 ) آخذات متماثلة ممانعتها  $Z = 158 \Omega$  و معامل استطاعة  $\cos \phi = 0,8$  .

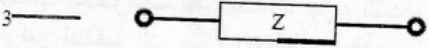


(1) أكمل رسم الإقران و ضع عليه المقادير التالية :



$\vec{I}_1$  ,  $\vec{J}_{12}$  ,  $\vec{U}_{12}$  ,  $\vec{U}_{23}$  ,  $\vec{U}_{31}$

(2) أحسب قيمة التيار J المار في عنصر واحد للأخذة ؟



(3) استنتج قيمة التيار I ؟

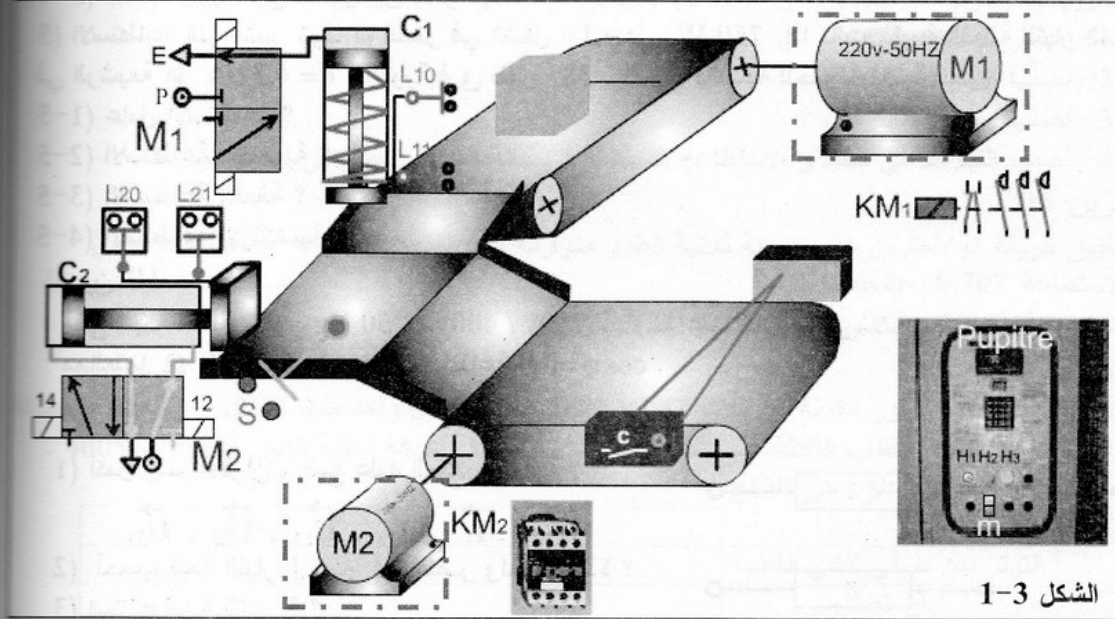
(4) أحسب الاستطاعة الفعالة الممتصة من طرف الحمولة ؟

(5) أحسب الاستطاعة الارتكاسية الممتصة من طرف الحمولة ؟

(6) استنتج الاستطاعة الظاهرية ؟

## وظيفة الاستطاعة

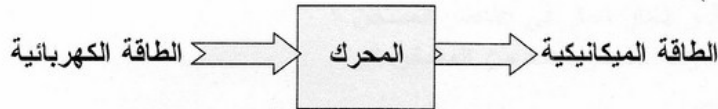
6



حسب المعلومات التي يتلقاها جزء التحكم من الملتقطات، يقوم بأخذ القرارات المناسبة و يرسلها على شكل أوامر للتنفيذ إلى جزء الاستطاعة الذي يتمثل في المنفذات. المنفذات هي من مكونات الاستطاعة التي تقوم بتحويل طاقة إلى طاقة أخرى للحصول على عمل فيزيائي ، و هي أنواع منها المنفذات الكهربائية و التي تتمثل في المحركات الكهربائية التي تسمح بالحصول على حركات دورانية .

وظيفة المحرك :

وظيفة المحرك الكهربائي هي تحويل الطاقة الكهربائية ( المقدمة من طرف التغذية الكهربائية ) إلى طاقة ميكانيكية ( حركية ) .



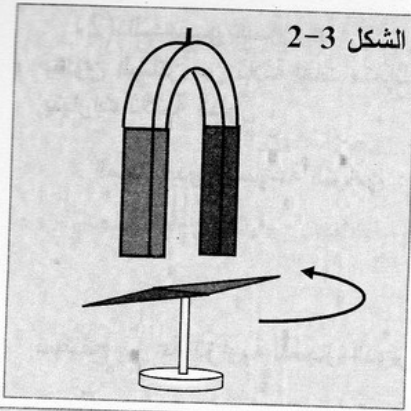
I- المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور :

80 % من المحركات الكهربائية المستعملة هي محركات لاتزامنية لأنها تتميز ببساطة التكوين و الصلابة ، مجال الاستطاعة يتراوح من بعض الواط إلى عشرات الميغاواط .

(1) مبدأ التشغيل :

يعتمد مبدأ تشغيل المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور على إنتاج حقل مغناطيسي دوار .



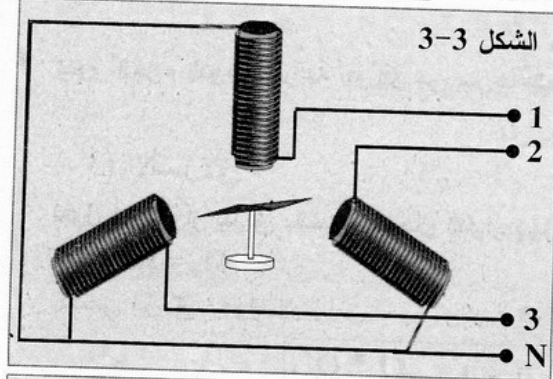


الشكل 2-3

تجربة 1- : تدوير مغناطيس دائم بسرعة  $n$  فوق إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: دوران الإبرة في نفس اتجاه المغناطيس و بنفس السرعة  $n$  .
- التفسير: ينتج دوران المغناطيس حقلا مغناطيسيا دوارا بسرعة  $n$  تسمى سرعة التزامن .

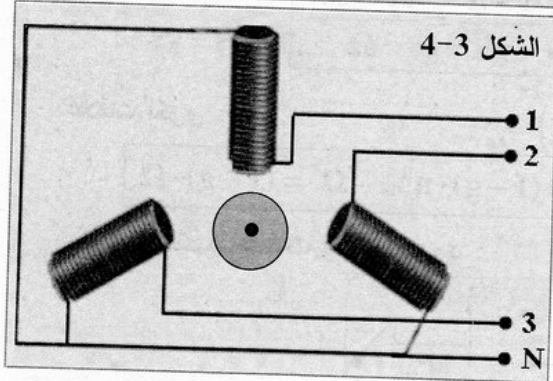
تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-9 » « Réf 3-1 »



الشكل 3-3

- تجربة 2- : نعوض المغناطيس بثلاثة (3) وشائع متماثلة ومتباعدة فيما بينها بزاوية قدرها  $120^\circ$  و مغذاة بتوترات ثلاثية الطور .
- الملاحظة: تدور الإبرة بنفس السرعة  $n$  .
  - التفسير: تنتج الوشائع الثلاثة حقلا مغناطيسيا دوارا بنفس السرعة  $n$  .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-2 » « Réf 3-14 »



الشكل 4-3

- تجربة 3- : نعوض الإبرة بقرص معدني .
- الملاحظة : يدور القرص في نفس اتجاه الحقل المغناطيسي الدوار و لكن بسرعة  $n'$  أقل من سرعة التزامن  $n$  .
  - التفسير :

- الحقل المغناطيسي الدوار (الناتج عن الوشائع الثلاثة) ينتج في القرص تيارات متحرضة تسمى تيارات " فوكو " .
- هذه التيارات المتحرضة تحت تأثير الحقل الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية تدبر القرص .
- يعاكس اتجاه الدوران تغيرات الحقل المغناطيسي ( حسب قانون لانتز )

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-4 » « Réf 3-3 »

ملاحظة : لعكس اتجاه الدوران يكفي عكس طورين .

### الخلاصة :

- في حالة محرك لاتزامني ثلاثي الطور ، يتم الحصول على الحقل المغناطيسي الدوار بواسطة ثلاثة وشائع متشابهة مثبتة في الساكن و موضوعة على  $120^\circ$  و مغذاة بتوتر ثلاثي الطور .
- يعوض القرص بـ دوار بحيث تكون نواقله مقرا لتيارات متحرضة . هذه الأخيرة تحت تأثير الحقل المغناطيسي الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية ( عزم المحرك ) التي تدبر القرص .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-11 »

## (2) السرعة :

يتكون الساكن من ثلاثة لفات متماثلة مربوطة نجميا أو مثلثيا يتولد بها مجال مغناطيسي دوار عند تغذيتها بتيارات ثلاثية الطور .

$$\left. \begin{array}{l} \text{حيث } n : \text{ سرعة التزامن ( tr/s )} \\ f : \text{ التردد (Hz)} \\ P : \text{ عدد أزواج الأقطاب} \end{array} \right\} n = \frac{f}{p}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{حيث } \omega : \text{ النبض ( rad/s )} \\ \Omega : \text{ السرعة الزاوية ( rad/s )} \end{array} \right\} \Omega = 2\pi n = 2\pi \frac{f}{p} = \frac{\omega}{p}$$

يدور الجزء الدوار بسرعة  $n'$  أقل من سرعة المجال الدوار ، و بسرعة زاوية  $\Omega'$  حيث  $n' < n$  و  $\Omega' < \Omega$

## (3) الانزلاق :

نقول أن الدوار ينزلق بالنسبة للمجال الدوار بسرعة انزلاق :  $n_g = n - n'$  و بسرعة زاوية انزلاق :

$$\Omega_g = \Omega - \Omega'$$

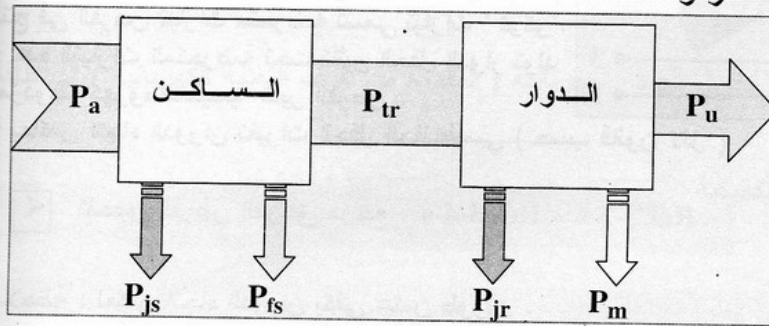
نسمي انزلاق محرك لامتمازن نسبة تواتر ( سرعة ) الانزلاق  $n_g$  على تواتر ( سرعة ) التزامن  $n$  :

$$g = \frac{n_g}{n} = \frac{n - n'}{n} = \frac{\Omega - \Omega'}{\Omega}$$

علاقات أخرى :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow n - n \cdot g = n' \Rightarrow n' = (1 - g) \cdot n , \quad \Omega' = (1 - g) \cdot \Omega$$

## (4) الإستطاعات و المردود :



(أ) الإستطاعات في الساكن :

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi \quad \blacksquare \quad \text{الاستطاعة الممتصة :}$$

$$\blacksquare \quad \text{الضياعات بمفعول جول في لفات الساكن : } P_{js} = \frac{3}{2} \cdot r \cdot I^2 \quad \text{( مهما يكن نوع الإقران )}$$

$r$  : ( المقاومة المقاسة بين طورين )

• ( حالة إقران نجمي )  $P_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2$  • ( حالة إقران مثلثي )  $P_{js} = R \cdot I^2$  : R ( مقاومة اللف الواحد للساكن )

▪ الضياعات في حديد الساكن  $P_{fs}$  : تكون عمليا مستقلة عن الحمولة ( ثابتة ) .  
 ب ( الاستطاعة المنقولة إلى الدوار :  
 هي الإستطاعة المنقولة إلى الدوار و التي تنقل من طرف العزم الكهرومغناطيسي T الناتج عن المجال الدوار :

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs})$$

ج ( الإستطاعات في الدوار :

- الضياعات بمفعول جول في الدوار :  $P_{jr} = g \cdot P_{tr}$
- الضياعات في حديد الدوار  $P_{fr}$  : مهمة لأن تواتر تيارات الدوار ضعيف .
- الضياعات الميكانيكية  $P_m$  : ثابتة و مستقلة عن الحمولة .
- الاستطاعة المفيدة :  $P_u = P_a - (P_{js} + P_{fs} + P_{jr} + P_m)$

$$P_u = P_{tr} - (P_{jr} + P_m)$$

ملاحظة : الضياعات الثابتة  $P_c$  هي الضياعات التي تشمل الضياعات في حديد الساكن و الضياعات الميكانيكية وتحدد بالاختبار في الفراغ .

يمتص المحرك في الفراغ تيارا شدته  $I_0$  وإستطاعة  $P_0$  :

$$P_0 = P_c + P_{js} \Rightarrow P_0 = P_{fs} + P_m + P_{js} \Rightarrow P_c = P_{fs} + P_m = P_0 - P_{js}$$

د ( مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - (P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m)}{P_a}$$

هـ ( العزم :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} \quad \text{العزم المفيد :} \quad , \quad T = \frac{P_{tr}}{\Omega} \quad \text{العزم الكهرومغناطيسي :}$$

نشاط :

محرك لاتزامني 50Hz, 380 V يمتص تيارا شدته 15 A بمعامل استطاعة 0,8. تواتر الدوران 1425 tr/mn  
 الضياع في الحديد = الضياع الميكانيكي = 150 w . يهمل الضياع بمفعول جول في الساكن . أحسب :  
 (1) عدد الأقطاب (2) الاستطاعة الممتصة (3) الانزلاق (4) الاستطاعة المنقولة  
 (5) الضياع بمفعول جول في الدوار (6) المردود

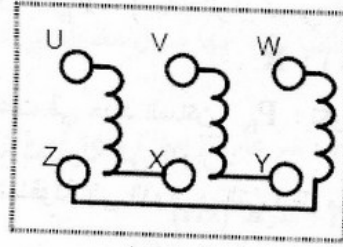
(5) إقلاع المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور :

(1-5) لوحة المرباط و إقران اللفات :

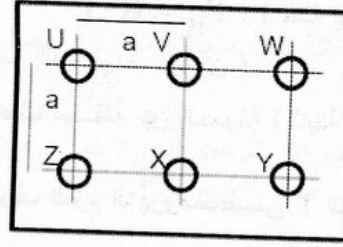
تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-5 »

\* لوحة المرباط : تحتوي لوحة المرباط لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور دائما على 06 مرباط حيث تمثل U, V, W مداخل الوشائع و Z, X, Y مخارجها . تكون المرباط U, V, W دوما مربوطة بشبكة التغذية .

الشكل 5-3



نظرة داخلية



نظرة خارجية

5-2) إقران لفات الساكن :  
تصنع كل لفة بحيث تتحمل توترا أقصى الذي لا يجب تجاوزه لتفادي انهيارها .حسب التوتر المركب لشبكة التغذية المستعملة ، تقرر لفات الساكن إما نجمي أو مثلثي بحيث تغذى تحت التوتر الموافق لها .  
يتم اختيار نوع إقران لفات الساكن نجمي ( Y ) أو مثلثي (  $\Delta$  ) حسب خصائص المحرك و الشبكة المتوفرة . تعطي اللوحة الإشارية لمحرك لامترامن دائما توترين للتشغيل :

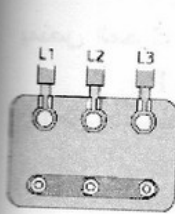
مثال : 220 / 380 V أو 380 / 660 V

تمثل القيمة الصغرى التوتر الإسمي لللف واحد ( طور واحد ) .

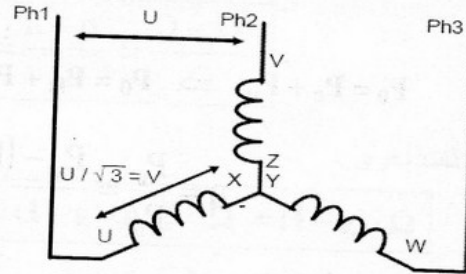
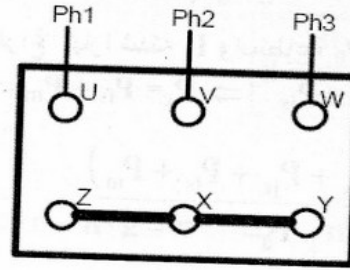
• الإقران النجمي :

- الرمز : Y أو  $\star$

- المبدأ : الوشائع الثلاثة لها نقطة مشتركة X, Y, Z ثم تربط الأطوار الثلاثة بالأطراف U, V, W .



الشكل 6-3

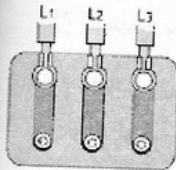


في حالة الإقران النجمي تخضع الوشائع للتوتر البسيط " V "

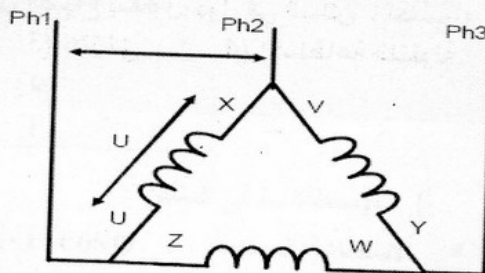
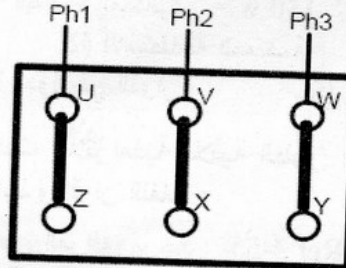
• الإقران المثلثي :

- الرمز : D أو  $\Delta$

- المبدأ : تربط اللفات الثلاثة على التسلسل مشكلة مثلثا ثم توصل الأطوار الثلاثة برؤوس المثلث .



الشكل 7-3



في حالة الإقران المثلثي تخضع الوشائع للتوتر المركب " U "

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-6 »

نشاط : أذكر نوع الإقران الموافق في الجدول التالي :



نجد على المحركات اللازمومية ثلاثية الطور  
لوحة التعليمات التي تحمل البيانات التالية :  
- المميزات الكهربائية - المميزات الميكانيكية  
- المميزات التجارية

V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	cos	A
Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

رمز حماية المحرك

تيار الخط في حالة إقران مثلي

تيار الخط في حالة إقران نجمي

الاستطاعة الميكانيكية المفيدة

عامل الإستطاعة للمحرك

تواتر الاستعمال

السرعة الاسمية

شبكة 3 x 220 V إقران Δ في حالة

شبكة 3 x 380 V إقران Y في حالة

149

✓ الأجهزة المستعملة و دورها :

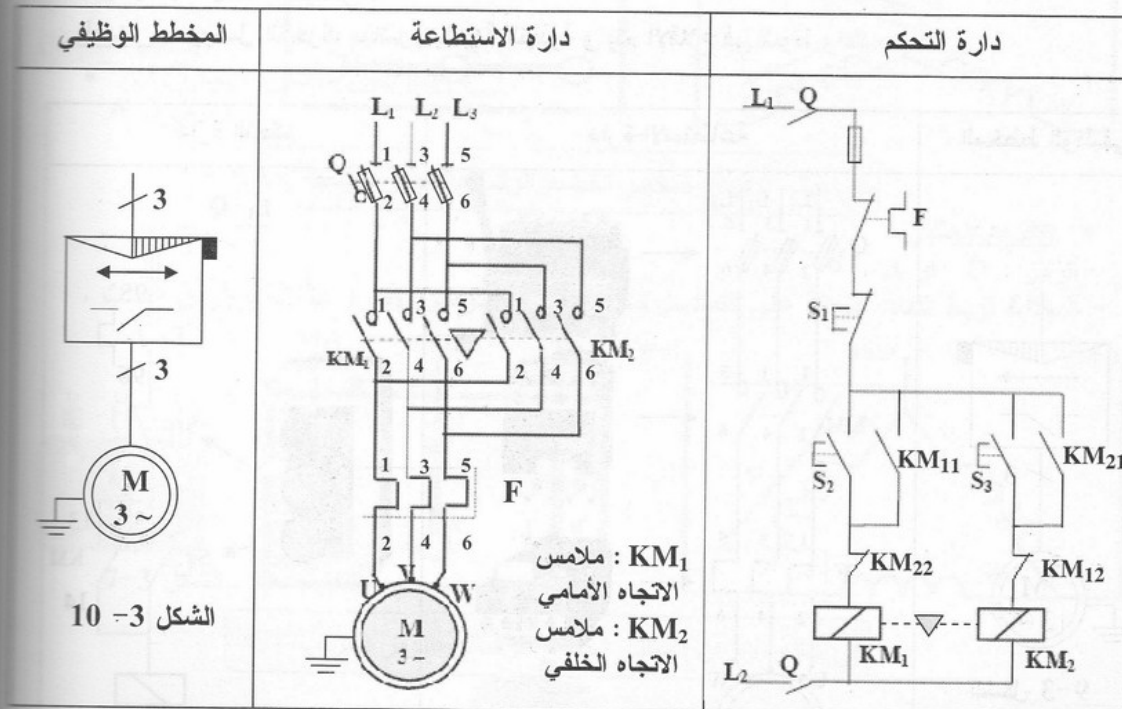
الرمز	الجهاز	الدور
Q	قاطع عازل	عزل الدارة و الحماية ضد الدارات القصيرة
KM	ملامس كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك
F	مرحل حراري	حماية المحرك من الحموله المفرطة
M	محرك ثلاثي الطور	تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية
S <sub>1</sub>	زر ضاغط	توقيف المحرك
S <sub>2</sub>	زر ضاغط	تشغيل المحرك

◀ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-7 » ، « Réf 3-5 »

✓ مبدأ التشغيل :

دائرة الاستطاعة	دائرة التحكم
<ul style="list-style-type: none"> <li>- غلق يدوي لـ Q .</li> <li>- غلق KM ، وضع المحرك تحت التوتر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نبضة على زر التشغيل S<sub>2</sub> .</li> <li>- غلق الملامس KM .</li> <li>- تحقيق التغذية الذاتية لـ KM ( 13-14 ) .</li> <li>- التوقف يتم بنبضة على الزر S<sub>1</sub> أو بإعتاق المرحل الحراري F ( 95 - 96 )</li> </ul>

• الإقلاع المباشر اتجاهين للدوران :



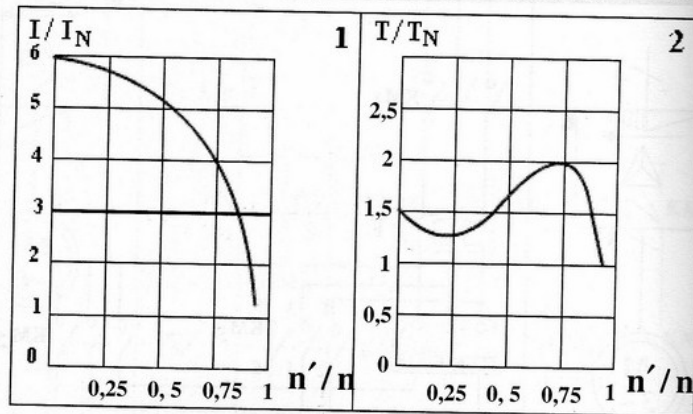
✓ مبدأ التشغيل :

دائرة الاستطاعة	دائرة التحكم
<p>الاتجاه الأمامي :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- غلق يدوي لـ Q .</li> <li>- غلق <math>KM_1</math> ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الأمامي .</li> <li>الاتجاه الخلفي :</li> <li>- غلق يدوي لـ Q .</li> <li>- غلق <math>KM_2</math> ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الخلفي .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نبضة على زر التشغيل <math>S_2</math> ( التشغيل في الاتجاه الأمامي )</li> <li>- غلق <math>KM_1</math></li> <li>- تحقيق التغذية الذاتية بـ <math>KM_{11}</math> ( 13-14 )</li> <li>- التوقف يتم بنبضة على الزر <math>S_1</math> أو بإعتاق المرحل الحراري F ( 95 - 96 ) .</li> <li>- نبضة على زر التشغيل <math>S_3</math> ( التشغيل في الاتجاه الخلفي ) .</li> <li>- غلق <math>KM_2</math></li> <li>- تحقيق التغذية الذاتية بـ <math>KM_{21}</math> ( 13-14 )</li> <li>- تحقيق الرتج الكهربائي بالملمسين <math>KM_{12}</math> ( 21-22 ) و <math>KM_{22}</math> ( 21-22 ) .</li> <li>- تجسيد الرتج الميكانيكي بين <math>KM_1</math> و <math>KM_2</math> بـ <math>\nabla</math></li> </ul>

• خاصيات الإقلاع المباشر :

المنحنى 1- : خاصية التيار الممتص بدلالة السرعة . المنحنى 2- : خاصية العزم بدلالة السرعة  
تيار الإقلاع :  $I_d = 6 \cdot I_N$  ، عزم الإقلاع :  $T_d = 1,5 \cdot T_N$

ملاحظة :  $T_N$  و  $I_N$  تمثل القيم الاسمية .



• إيجابيات و سلبيات الإقلاع المباشر :

الإيجابيات	السلبيات
بساطة أجهزة التحكم	تيار الإقلاع كبير ( 4 إلى 8 مرات التيار الاسمي ) مما قد يسبب تسخين اللفات
عزم الإقلاع كبير ( 1,5 إلى 2 مرات العزم الاسمي ) إقلاع سريع ( 2s إلى 3s )	إقلاع عنيف و هذا خطر على الأعضاء الميكانيكية

• استعمال الإقلاع " المباشر " :

يخصص هذا النوع من الإقلاعات لـ :  
- المحركات ذات الاستطاعات الضعيفة ( $P < 5kW$ ) بسبب طلب تيار كبير عند الإقلاع .

- الآلات التي تتطلب عزم إقلاع كبير

5-4-2 / الإقلاع نجمي - مثلثي :

يطبق هذا النوع من الإقلاعات على المحركات التي تكون كل أطراف لفاتها خارجية على لوحة المرباط .  
و يكون الاقتران المثلثي موافقا لتوتر الشبكة .  
المبدأ : يتم الإقلاع في شوطين ( مرحلتين ) :

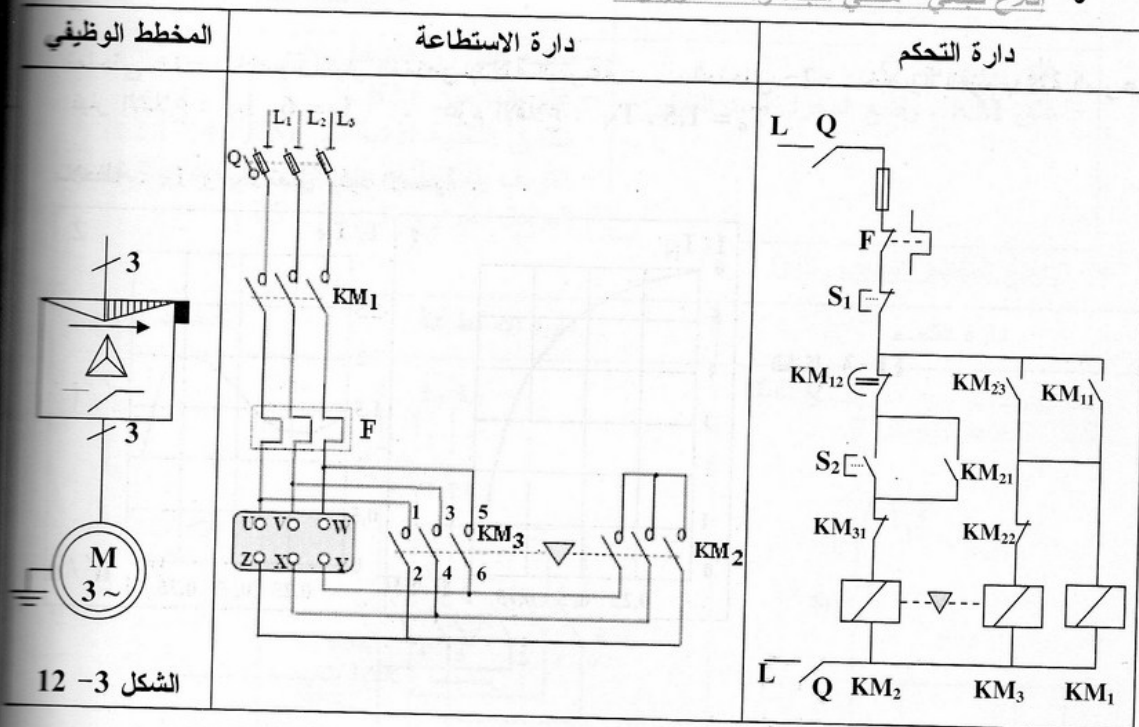
الشوط الأول : إقتران نجمي (Y) لللفات المحرك

يتم إقلاع المحرك بإقتران نجمي تحت توتر مخفض  $\frac{U}{\sqrt{3}}$  حيث تيار الإقلاع ضعيف .

الشوط الثاني : إقتران مثلثي ( $\Delta$ ) لللفات المحرك

عندما تقترب سرعة الإقلاع من السرعة الاسمية، يتم حذف الاقتران النجمي و المرور بسرعة إلى الاقتران المثلثي فيصبح المحرك مغذى بالتوتر الكلي U .

• إقلاع نجمي - مثلثي اتجاه واحد للدوران :



الشكل 3-12

✓ الأجهزة المستعملة و دورها :

الرمز	الجهاز	الدور
KM <sub>1</sub>	ملاص كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك ( ملاص الخط )
KM <sub>2</sub>	ملاص كهرومغناطيسي	تحقيق الربط النجمي
KM <sub>3</sub>	ملاص كهرومغناطيسي	تحقيق الربط المثلثي
KM <sub>12</sub>	ملاص مؤجل	ضبط زمن الربط النجمي

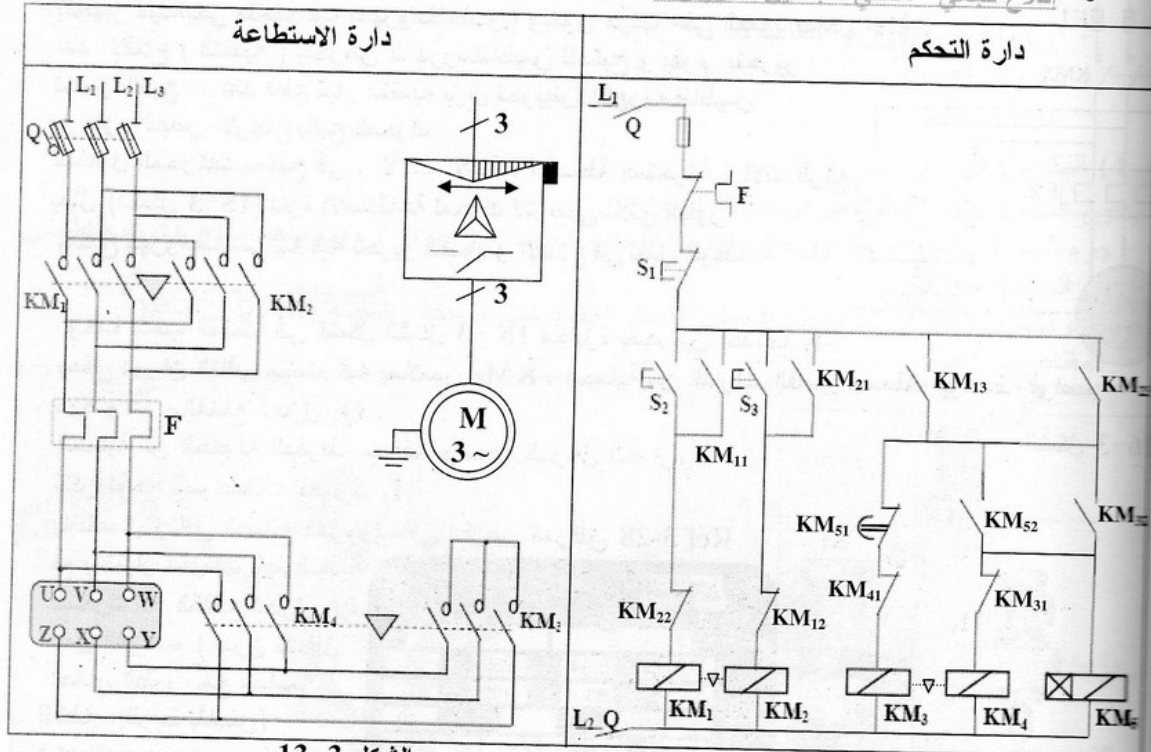
تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-8 »



✓ مبدأ التشغيل :

دائرة التحكم	دائرة الاستطاعة
<ul style="list-style-type: none"> <li>- نبضة على زر التشغيل <math>S_2</math></li> <li>- تحريض <math>KM_2</math></li> <li>- غلق المماسات <math>KM_{21}</math> و <math>KM_{23}</math></li> <li>- فتح <math>KM_{22}</math></li> <li>- تحريض <math>KM_1</math></li> <li>- تحقيق التغذية الذاتية لـ <math>KM_1</math> بواسطة الملمس <math>KM_{11}</math></li> <li>- فتح الملمس المؤجل <math>KM_{12}</math></li> <li>- إزالة التحريض لـ <math>KM_2</math></li> <li>- تحريض <math>KM_3</math></li> <li>- التوقف يتم بنبضة على الزر <math>S_1</math> أو بإعتاق المرحل الحراري <math>F</math> ( 95 - 96 ) أو بانصهار الفواصم .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- غلق يدوي لـ <math>Q</math></li> <li>- غلق <math>KM_2</math> ( تحقيق الربط النجمي )</li> <li>- غلق <math>KM_1</math> ( ملامس الخط )</li> <li>- فتح <math>KM_1</math> ( حذف الربط النجمي )</li> <li>- غلق <math>KM_3</math> ( تحقيق الربط المثلي )</li> </ul>

• إقلاع نجمي - مثلي اتجاهين للدوران :

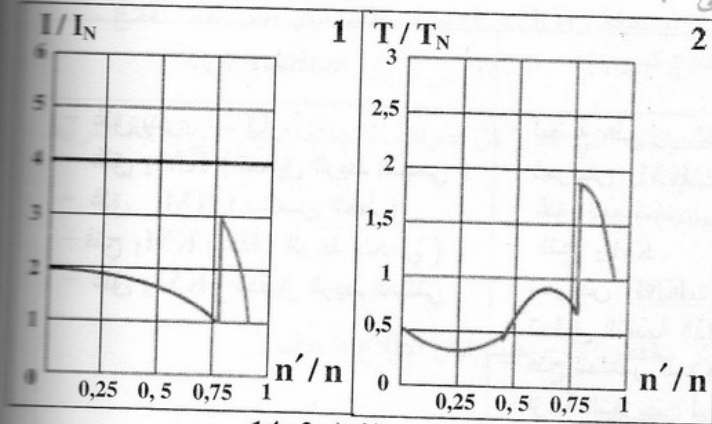


الشكل 13-3

• إيجابيات و سلبيات الإقلاع نجمي - مثلي :

السلبيات	الإيجابيات
العزم ضعيف مقارنة مع عزم الإقلاع المباشر من 0,2 إلى $0,5 \cdot T_N$	تيار الإقلاع ضعيف من 1,3 إلى $2,6 \cdot I_N$
التيارات الانتقالية هامة عند المرور من الاقران النجمي إلى المثلي	

• خاصيات الإقلاع "نجمي - مثلثي" :



الشكل 14-3

المنحني 1- : خاصية التيار

الممتص بدلالة السرعة .

$$I_d = 2 \cdot I_N$$

المنحني 2- : خاصية العزم بدلالة

السرعة .

$$T_d = 0,5 \cdot T_N$$

• استعمال الإقلاع نجمي - مثلثي :

يخصص هذا النوع من الإقلاع للمحركات ذات الحمولة الضعيفة .

(6) المحركات الكابحة :

هي عبارة عن محركات لاتزامنية مزودة بتجهيز الكبح الكهرومغناطيسي (تجهيز ميكانيكي متحكم فيه كهرومغناطيسي) ويكون مركبا على العمود بداخل الآلة .

عند الإقلاع ( التغذية ) يتعرض الكهرومغناطيس للمكبج و يقوم بتحرير تجهيز الكبح . عند قطع تيار التغذية يزال تحريض الكهرومغناطيس

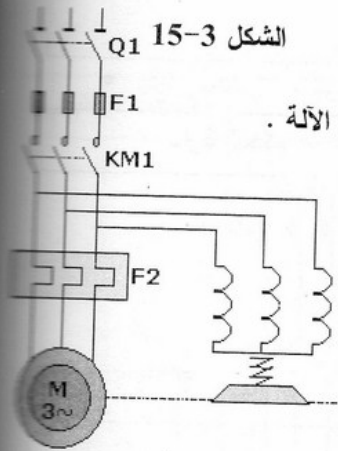
و يقوم نابض الإرجاع بكبح المحرك .

تستعمل المحركات بمكبج في : الآلات الآلية ، الأبسط المتحركة ، آلات الرفع

يمثل (الشكل 15-3) دائرة الاستطاعة لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور

بمكبج كهرومغناطيسي يتم فيه تحرير العمود و الإقلاع في نفس الوقت .

• وضعية إدماجية :



الشكل 15-3

وحدة الثقب الممثلة في الشكل الشكل 16-3 - 16 مجهزة بمحركين أحدهما  $M_1$

يحقق دوران الثاقب متحكم فيه بملامس  $KM_1$  . الحماية من الدارات القصيرة محققة بواسطة فواصم

موضوعة بالقاطع العازل  $Q_1$  .

الحماية من الحمولة المفرطة محققة بواسطة المرحل الحراري .

لتكن لوحة المواصفات للمحرك  $M_1$  :

باستعمال وثائق الصانع الموجودة في القرص المرافق Réf 3-28

LEROY SOMER		16815 ANGOULEME FRANCE	
MOTEUR ASYNCHRON - NFC 51.111 NOV. 79			
Type			
kW	7,5	cosφ	0,84
Δ V	230	A	
rd%	83	Y V	400
tr/min	1450	amb°C	40
Hz	50	Ph	3
S	S1	FMC	84
Roulements Made in			
Autres Pièces Made in FRANCE			

قم باختيار مكونات خط التغذية

للمحرك :- القاطع العازل  $Q_1$

حامل الفواصم ( بدون تشغيل

أحادي الطور ، مع مماسين

للقطع ، (الربط بنابض)

(raccordement par ressort)

- الفواصم المناسبة .

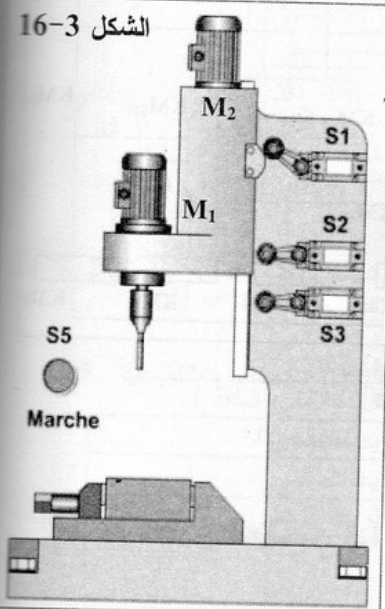
- الملامس  $KM_1$  ( الربط بنابض ) .

- المرحل الحراري  $F_1$  ( الربط بنابض )

ملاحظة :

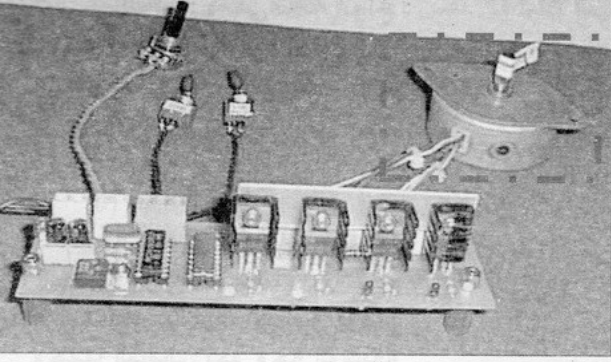
شبكة التغذية المتوفرة هي شبكة 4 خطوط  $400V + N$  التي تنتج تيار

أقصى 100 A و جزء التحكم تحت توتر 24 V و تواتر 50 Hz .



الشكل 16-3

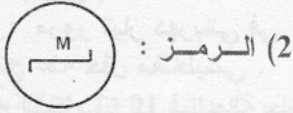
## II - المحرك خطوة خطوة :



ظهر المحرك خطوة خطوة لأول مرة سنة 1933 و منذ ذلك الحين و هو في تطور مستمر نظرا لأهميته البالغة و كثرة استعماله . يرجع فضل تطوره لظهور الميكرومعالج ، بساطة تركيبه ، سهولة التحكم فيه و قلة تكلفته .

### (1) تعريف :

المحرك خطوة خطوة هو منفذ يقوم بتحويل سلسلة من نبضات للتيار ( طاقة كهربائية ) إلى حركة دورانية بعدد خطوات مناسب ( طاقة ميكانيكية ) . تتعلق سرعة المحرك بتواتر النبضات المرسله .



(2) الرمز :

### (3) مجال الاستعمال :

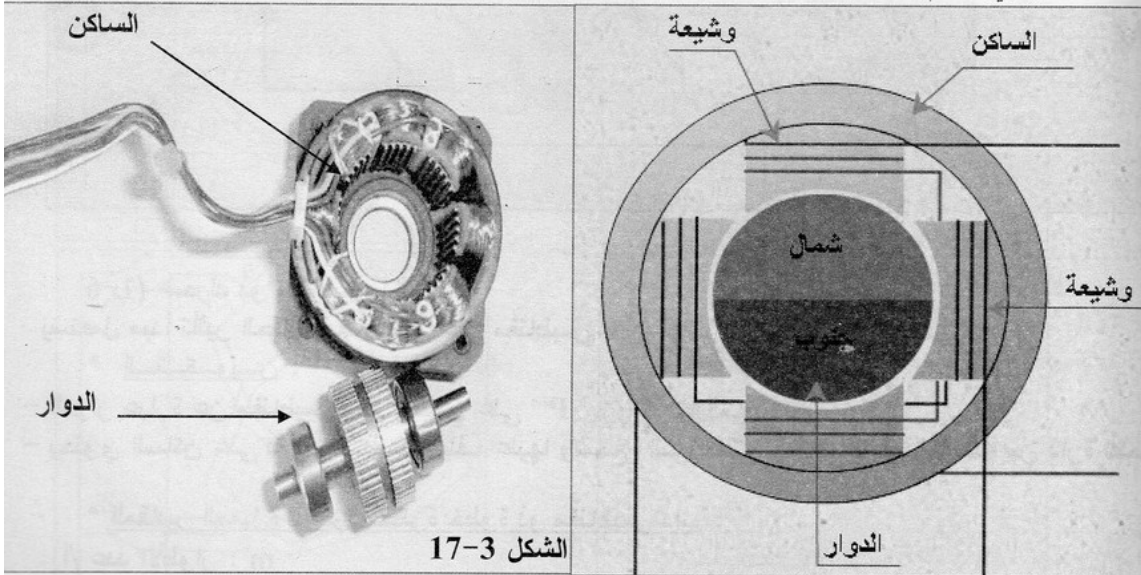
تستعمل المحركات خطوة خطوة في كل التطبيقات التي تتطلب حركات دقيقة :

- الطابعات
- قارئ القرص المرن و المضغوط
- كاميرات المراقبة
- الانسان الآلي

### (4) التكوين :

يتكون المحرك خطوة خطوة من جزئين أساسيين :

- جزء ثابت ( الساكن ) : يتكون من دائرة مغناطيسية و وشائع ( أطوار ) ، دوره هو إنتاج تدفق مغناطيسي في اتجاهات مختلفة .
- جزء متحرك ( الدوار ) : موضوع داخل التدفق المغناطيسي و يأخذ وضعيته بحيث يكون التدفق المغناطيسي أعظم .



الشكل 3-17

### (5) أنواع المحركات خطوة خطوة :

تصنف المحركات خطوة خطوة حسب :



\* الدوار : و هي ثلاثة أنواع :

- محرك ذو مغناطيس دائم
- محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة
- محرك هجيني

\* الساكن : وهي نوعان :

- أحادي القطب : تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية
- ثنائي القطب : لا تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية

(6) مبدأ التشغيل :

تجربة : نغذي وشيعة و نضع

بجانبيها إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: تتحرك الإبرة و يوضع وجهها الشمالي نحو وجه الوشيعة ( الوجه الجنوبي ) .

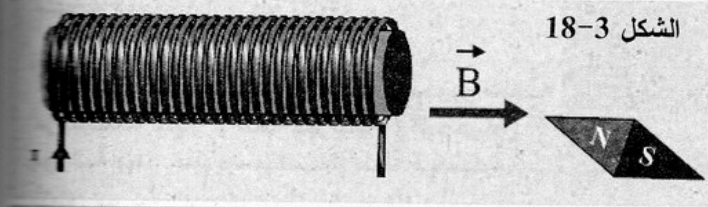
- التفسير: مرور تيار كهربائي في وشيعة ينتج عنه حقل مغناطيسي .

كما يوضح الشكل 19-3 في حالة حلزونية و بالتالي وجود

وجه شمالي و وجه جنوبي حسب قاعدة اليد اليمنى الشكل 20-3 .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-16 »

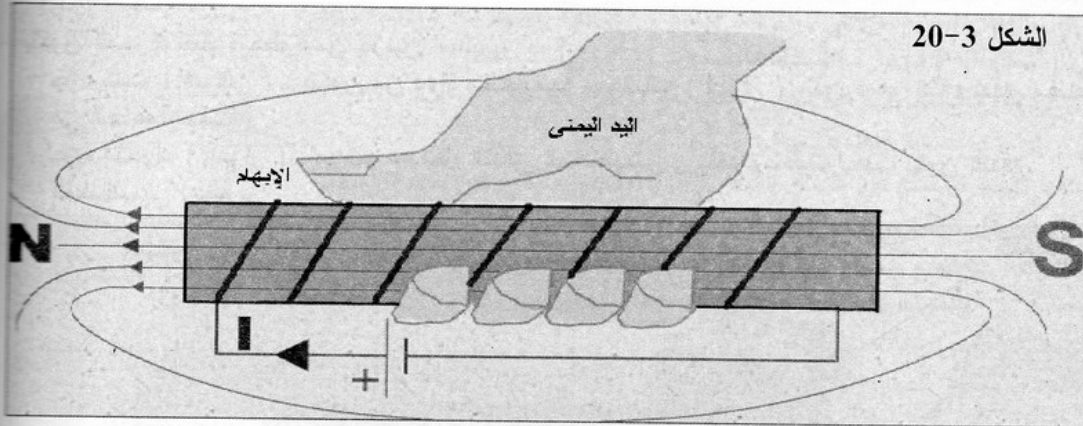
( ملاحظة : قطبان متشابهان يتنافران و قطبان مختلفان يتجاذبان ) .  
على هذا المبدأ يعتمد تشغيل المحرك خطوة خطوة .



الشكل 18-3



الشكل 19-3



الشكل 20-3

(1-6) محرك ذو مغناطيس دائم :

يستعمل مبدأ تأثير الحقل المغناطيسي على مغناطيس .

\* التكوين :

- الدوار عبارة عن مغناطيس دائم يحتوي على " P " أزواج الأقطاب .
- يحتوي الساكن على دائرة مغناطيسية يلف عليها وشائع التي تتلقى نبضات التيار المرسل من دائرة التحكم

\* المقادير المميزة للمحرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم :

أ/ عدد الأطوار : m

ب/ عدد أزواج أقطاب الدوار : p

ج/ نوع التغذية :  $K_1$



- يكون المحرك أحادي القطب لما يولد اللف دوما قطبا من نفس الاسم ( إتجاه الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  )
- إستقطاب اللف وحيد ( $K_1=1$ ) .
- يكون المحرك ثنائي القطب لما يولد اللف إما وجهها شماليا أو جنوبيا حسب اتجاه التيار ، كل طرف من هذه اللفات يكون خاضعا للقطب السالب أو الموجب ( $K_1=2$ ) .

د/ نوع التبديل  $K_2$ :

- تبديل متناظر ( الخطوة الكاملة ) : يكون نفس عدد الأطوار المحرصة خلال دورة التشغيل .
- تبديل غير متناظر ( نصف الخطوة ) : يتغير عدد الأطوار المحرصة خلال دورة التشغيل .

$$N = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2 : N \text{ (الوضيعات) } / \text{ عدد الخطوات في الدورة}$$

$$\alpha = \frac{360}{N} (^\circ) = \frac{2\pi}{N} (\text{rd}) : \alpha \text{ الخطوة الزاوية}$$

• محرك ذو مغناطيس دائم أحادي القطب (أحادي الاتجاه) :

يحتوي الساكن على وشيعتين بنقطة وسطية و دوار ذو قطبين . تسمح المبدلتين بترتيب تغذية الوشائع ( نصف الوشيعة ) و يسمى هذا النوع من التغذية " أحادي القطب " لأن نفس قطب التغذية يطبق دائما على نفس أطراف نصف الوشائع .

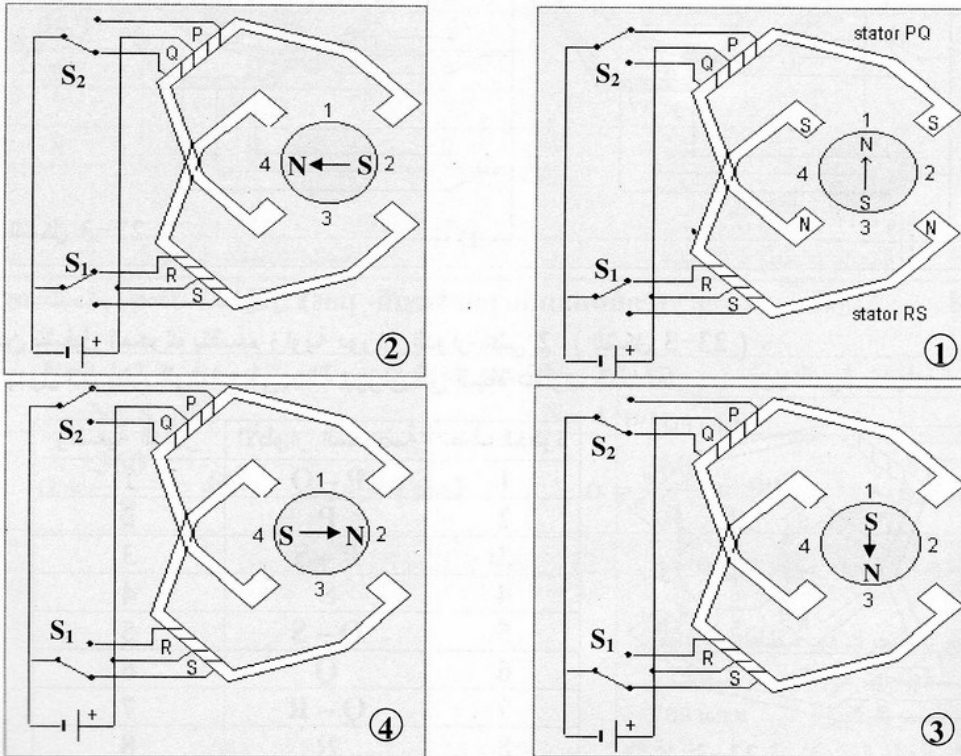
في الحقيقة يحتوي المحرك على أربعة وشائع مستقلة أو أربعة أطوار ، يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية وشائع الساكن .

◀ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-10 »

- التحكم بالخطوة الكاملة ( commande par pas entier ) . ( الشكل 21-3 )

نقوم بتغذية الوشائع P , Q , R , S مثنى مثنى والجدول التالي يبين كيفية التشغيل .

الشكل 21-3



- جدول تحريض الوشائع :

الخطوة	اتجاه الدوران : اتجاه عقارب الساعة		اتجاه الدوران : عكس اتجاه عقارب الساعة	
	الأطوار المحرّضة	وضعية الدوار	الأطوار المحرّضة	وضعية الدوار
1	P - R	1	Q - R	4
2	P - S	2	Q - S	3
3	Q - S	3	P - S	2
4	Q - R	4	P - R	1

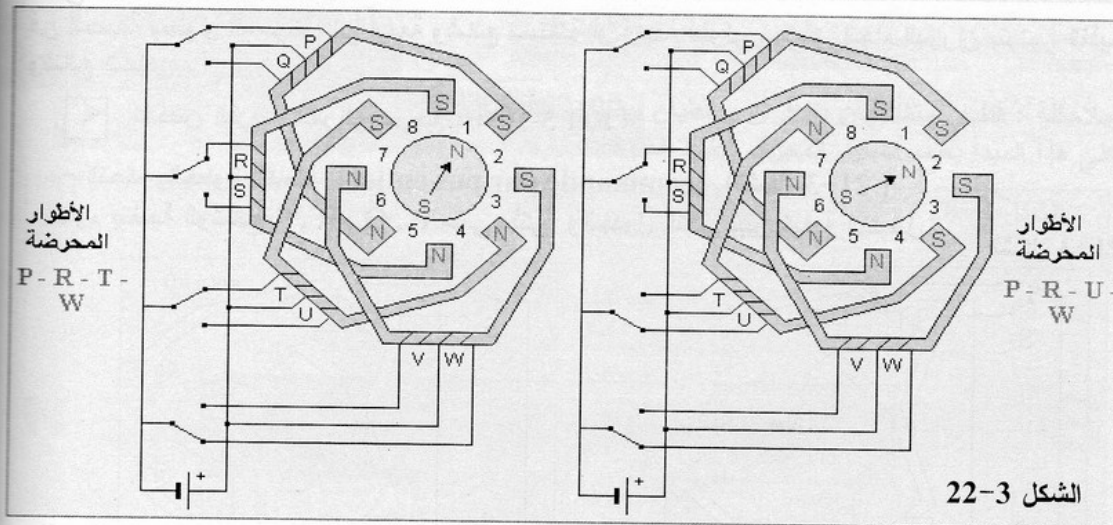
- المقادير المميزة :

$$m=4 , p=1 , K_1=1 , K_2=1$$

$$N = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ p/tr : عدد الوضعيات}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ \text{ : الخطوة الزاوية : نوع التبديل : أحادي القطب متناظر .}$$

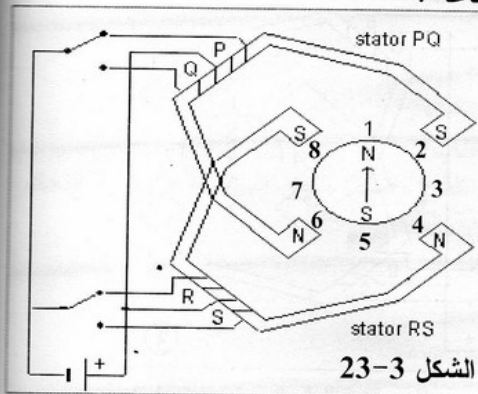
ملاحظة -1- : لزيادة عدد وضعيات الدوار ، يكمن الحل في زيادة عدد الأطوار . في حالة الشكل التالي ، يمكن للدوار أن يأخذ 8 وضعيات أي خطوة زاوية  $45^\circ$  .



- التحكم بنصف الخطوة . (commande par demi-pas) .

يمكن تشغيل المحرك بتقسيم زاوية دوران الدوار على 2 ( الشكل 23-3 ) .

- جدول تحريض الوشائع في حالة دوران في اتجاه عقارب الساعة :



وضعية الدوار	الأطوار المحرّضة	نصف الخطوة
1	P - Q	1
2	P	2
3	P - S	3
4	S	4
5	Q - S	5
6	Q	6
7	Q - R	7
8	R	8

نشاط :

أعط جدول تحريض الوشائع في حالة دوران المحرك عكس اتجاه عقارب الساعة ؟

- المقادير المميزة :

$$m=4, p=1, K_1=1, K_2=2$$

$$N = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 8 \text{ p/tr}$$

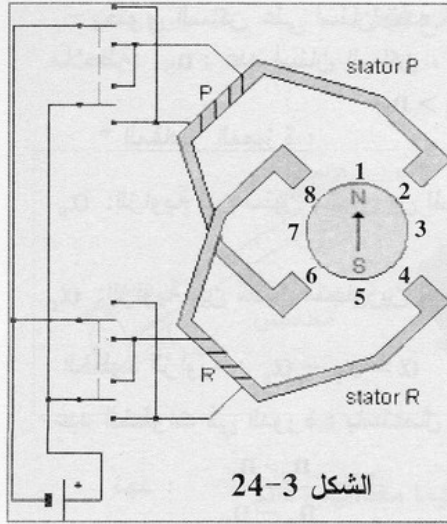
$$\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$$

نوع التبديل : أحادي القطب لامتناظر .

• محرك ذو مغناطيس دائم ثنائي القطب (ثنائي الاتجاه) :  
( الشكل 3-24 )

لا تحتوي وشائع الساكن على نقطة وسطية .

- جدول تحريض الوشائع في حالة دوران في اتجاه عقارب الساعة :



التحكم بنصف الخطوة			التحكم بالخطوة الكاملة		
وضعية الدوار	الطور المحرّضة	نصف الخطوة	وضعية الدوار	الطور المحرّضة	الخطوة
1	P - R	1	1	P - R	1
2	P	2	3	P - R	2
3	P - R	3	5	P - R	3
4	R	4	7	P - R	4
5	P - R	5			
6	P	6			
7	P - R	7			
8	R	8			

- المقادير المميزة :

التحكم بنصف الخطوة				التحكم بالخطوة الكاملة			
m=2	p=1	K <sub>1</sub> =2	K <sub>2</sub> =2	m=2	p=1	K <sub>1</sub> =2	K <sub>2</sub> =1
عدد الخطوات في الدورة : N=2.1.2.2 N= 8 p/tr				عدد الخطوات في الدورة : N= 2.1.2.1 N= 4 p/tr			
الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$				الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$			

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-12 » ، « Réf 3-15 »

\* خصائص المحرك ذو مغناطيس دائم :

- عدد الخطوات في الدورة ضعيف
- عزم المحرك كبير
- يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية الوشائع و اتجاه التيار بالنسبة لثنائي القطب .



(2-6) محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة : يستعمل مبدأ التدفق الأعظمي .

\* التكوين :

- الدوار عبارة عن اسطوانة من الحديد اللين ( غير ممغنط ) و يحتوي على أسنان .
- يحتوي الساكن على أسنان بعدد مختلف عن الدوار حيث تلف عليها وشائع التي تمثل أطوار المحرك .

ملاحظة :  $n_s$  : عدد أسنان الساكن ،  $n_r$  : عدد أسنان الدوار

$$n_s > n_r$$

\* المقادير المميزة :

$$\alpha_s : \text{الزاوية بين سنين متجاورين للساكن} \left( \alpha_s = \frac{2\pi}{n_s} \right)$$

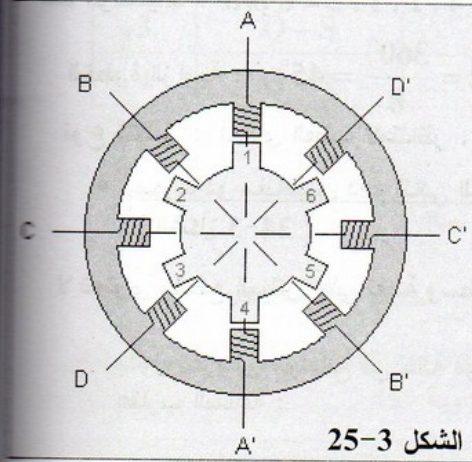
$$\alpha_r : \text{الزاوية بين سنين متجاورين للدوار} \left( \alpha_r = \frac{2\pi}{n_r} \right)$$

$$\alpha = \alpha_r - \alpha_s : \text{الخطوة الزاوية}$$

عدد الخطوات في الدورة : باستعمال العلاقات السابقة

$$N = \frac{n_s \cdot n_r}{n_s - n_r} : \text{نجد}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{N} : \text{الخطوة الزاوية}$$



الشكل 25-3

\* مبدأ التشغيل :

عند تغذية طور معين ، فالسن المحاط حوله الوشيعية المحرصة يجذب له السن الأقرب للدوار حيث يكون التدفق المغناطيسي من خلال الطور المحرض أعظمي .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-13 »

- جدول تحريض الوشائع :

التحكم بنصف الخطوة		التحكم بالخطوة الكاملة	
الطور المحرصة		الطور المحرصة	
عكس اتجاه عقارب الساعة	اتجاه عقارب الساعة	عكس اتجاه عقارب الساعة	اتجاه عقارب الساعة
AA'	AA'	AA'	AA'
AA' - DD'	AA' - BB'	DD'	BB'
DD'	BB'	CC'	CC'
DD' - CC'	BB' - CC'	BB'	DD'
CC'	CC'		
CC' - BB'	CC' - DD'		
BB'	DD'		
BB' - AA'	DD' - AA'		

نشاط :

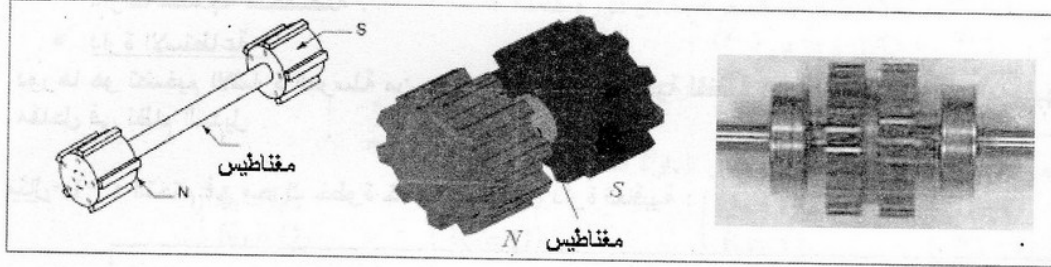
- 1/ ما هو عدد أسنان الساكن و الدوار ؟
- 2/ ما هو الطور المحرض لما يكون الدوار في الوضعية الممثلة في الشكل 25-3 ؟
- 2/ نغذي الطور BB' : - ما هي الوضعية الجديدة للدوار؟ - في أي اتجاه يدور المحرك ؟ - بأي زاوية ؟
- 3/ استنتج عدد الخطوات في الدورة ؟



**\* خصائص المحرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة :**

- عدد الخطوات في الدورة كبير
- عزم المحرك ضعيف
- لا يتعلق اتجاه الدوران باتجاه التيار و إنما بترتيب تغذية الوشائع فقط .
- (3-6) محرك هجينى :

يجمع هذا المحرك بين مبدئي المحركين السابقين .



**\* التكوين :**

يتكون الدوار من قرصين مزاحين ميكانيكيا لهما أسنان و يوضع بينهما مغناطيس دائم .  
يحتوي الساكن على أسنان تلف حولها وشائع

ملاحظة : عدد أسنان الدوار مختلف عن عدد أسنان الساكن .

**\* مبدأ التشغيل :**

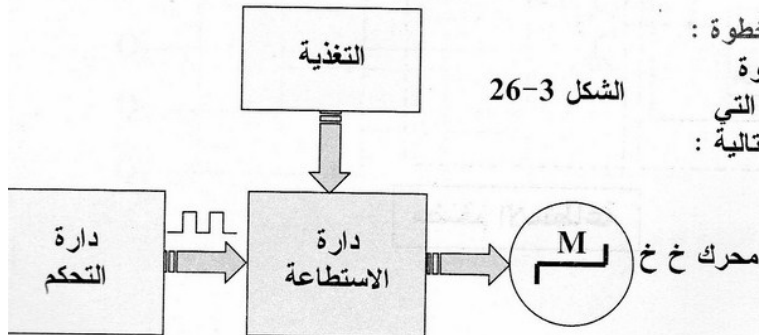
عند تغذية وشيعة، يضع الدوار الأسنان شمال N و الجنوب S بحيث يكون التدفق المار في الدوار أعظمي  
(4-6) مقارنة الأنواع الثلاثة للمحركات خطوة خطوة :

نوع المحرك	محرك ذو مغناطيس دائم	محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة	محرك هجينى
عدد الخطوات في الدورة	متوسط (من 2 إلى 24 خطوة)	كبير (من 12 إلى 72 خطوة)	كبير جدا (من 24 إلى 400)
عزم المحرك	مرتفع	ضعيف	مرتفع
اتجاه الدوران	يتعلق بـ : - اتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع	يتعلق بـ : - ترتيب تغذية الوشائع فقط	يتعلق بـ : - اتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع
الاستطاعة الثمن	بعض عشرات الواط إقتصادي	بعض الواط مرتفع	تصل حتى 10 كيلوواط مرتفع

**(7) التحكم في المحركات خطوة خطوة :**

يستدعي تشغيل محرك خطوة خطوة  
بطريقة جيدة استعمال دائرة التحكم التي  
تحتوي على الطوابق (الأجزاء) التالية :

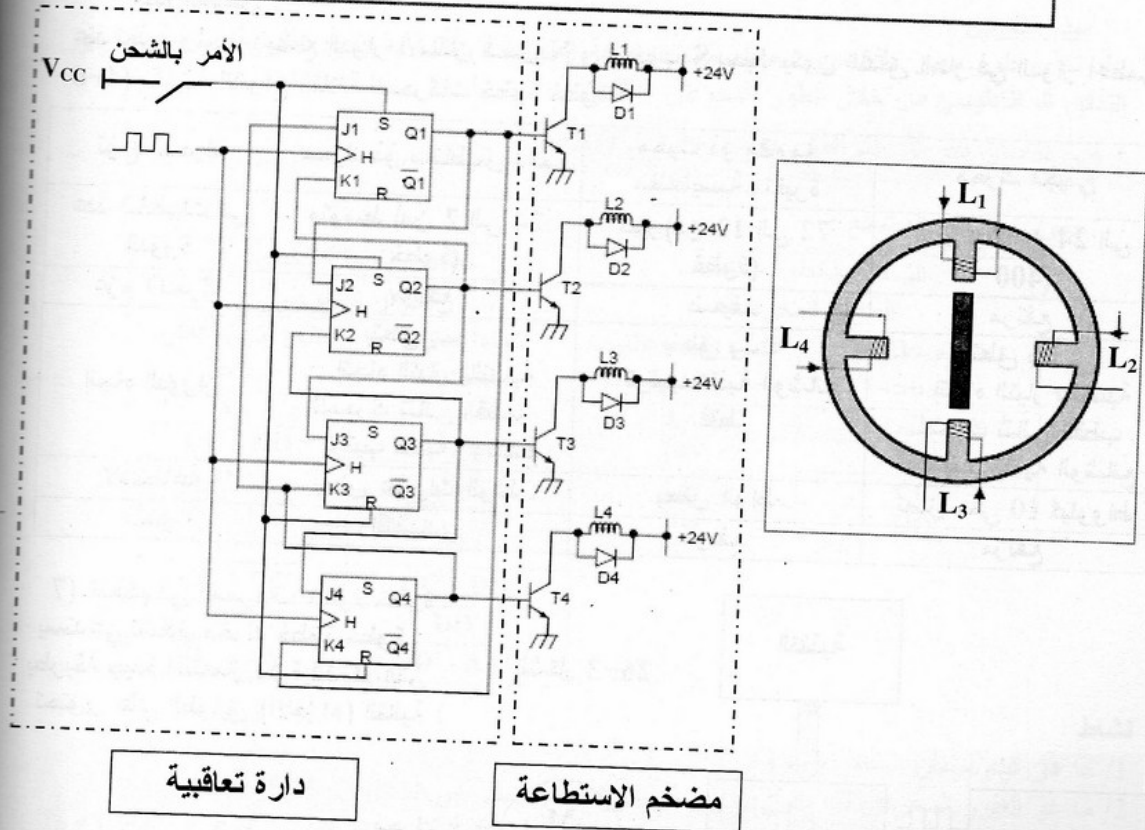
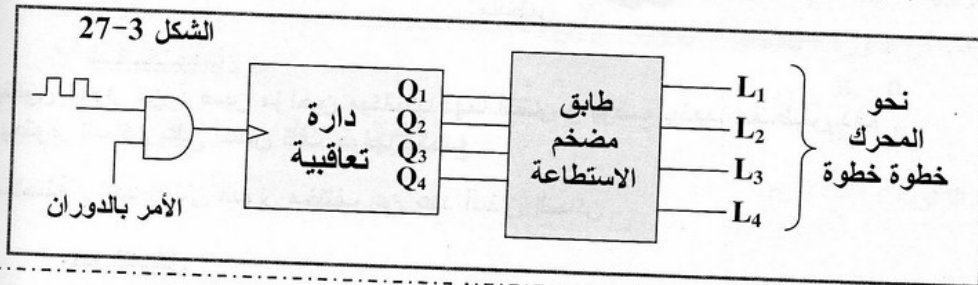
الشكل 3-26



- **دائرة التحكم :**  
دورها هو توليد نبضات التحكم بحيث كل نبضة توافق خطوة ( زاوية الدوران ) على مستوى الدوار و تتعلق سرعة الدوران بتواتر النبضات .  
تنجز هذه الدارة في عدة تكنولوجيات :  
- دارة توافقية ( بوابات منطقية )  
- دارة تعاقبية ( سجلات ، عدادات ، ..... )  
- دارات مندمجة متخصصة .

- **دائرة الاستطاعة :**  
دورها هو تضخيم الإشارة المرسلة من دائرة التحكم لتصبح كافية لتغذية أطوار المحرك و تستعمل فيها مقاليل في نظام التبديل .

**مثال-1 :** التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال دائرة تعاقبية :



المطلوب :

- 1- استخراج معادلات المداخل للقلابات ؟
- 2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟  
( مع العلم أنه يتم شحن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل )
- 3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟
- 4- حدّد : - عدد الأطوار ؟ - عدد الأقطاب ؟ - نوع التغذية ؟ - نوع التبديل ؟  
- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟  
- الخطوة الزاوية  $\alpha$  ؟
- 5- أرسم المخطط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية ؟

الحل :

1- معادلات المداخل للقلابات ( تحليل الدارة التعاقبية ) :

$$\begin{cases} J_1 = Q_4 \\ K_1 = Q_2 \end{cases} \quad \begin{cases} J_2 = Q_1 \\ K_2 = Q_3 \end{cases} \quad \begin{cases} J_3 = Q_2 \\ K_3 = Q_4 \end{cases} \quad \begin{cases} J_4 = Q_3 \\ K_4 = Q_1 \end{cases}$$

2- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج الدارة التعاقبية				الأطوار المحرصة				حالات المقاحل			
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
1	1	1	0	0	1	1	0	0	مشبع	مشبع	محصور	محصور
2	0	1	1	0	0	1	1	0	محصور	مشبع	مشبع	محصور
3	0	0	1	1	0	0	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
4	1	0	0	1	1	0	0	1	مشبع	محصور	محصور	مشبع

3- نوع الدارة التعاقبية : نستنتج من الدارة أن الدارة عبارة عن سجل حلقي إزاحة يمين .

4- عدد الأطوار :  $m=4$  ، عدد الأقطاب :  $2 (P=1)$

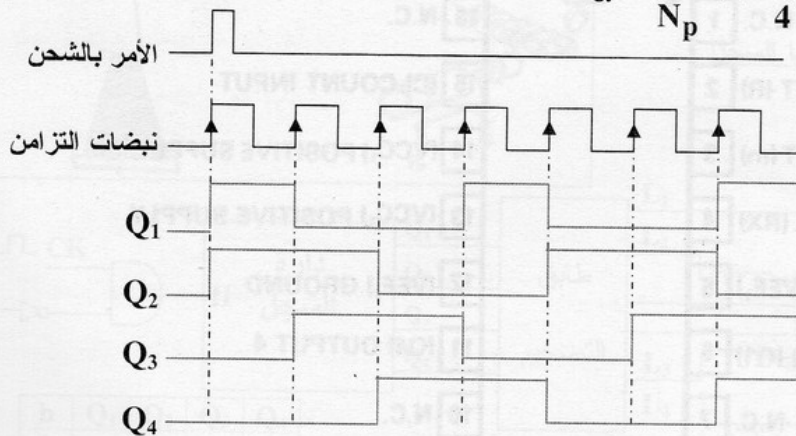
نوع التغذية : أحادي القطب ( أحادي الاتجاه )  $(K_1=1)$  ، نوع التبديل : متناظر  $(K_2=1)$

عدد الوضعيات :  $N_p = m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ pas/tour}$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N_p} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$

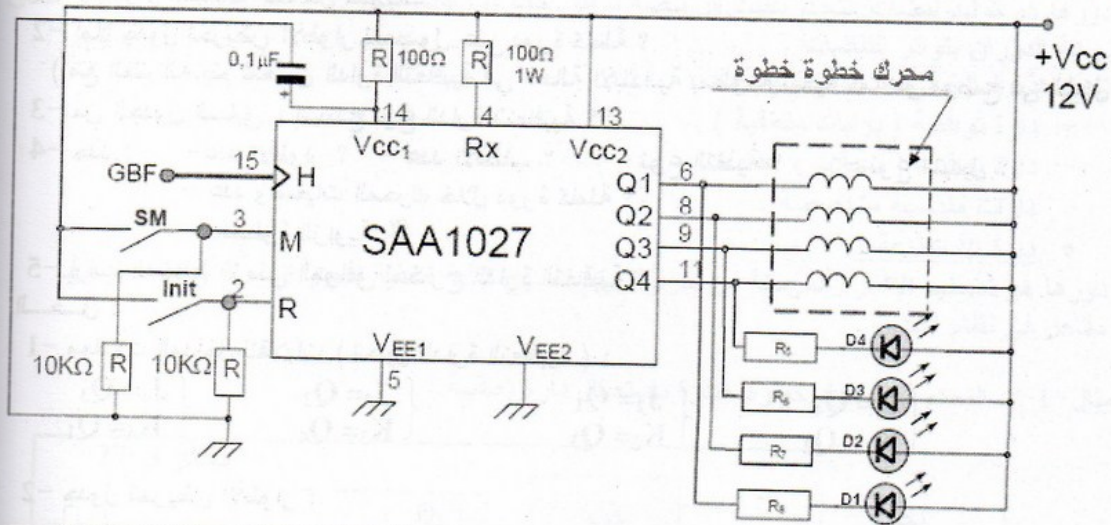
5- المخطط الزمني الموافق

لمخارج الدارة التعاقبية :

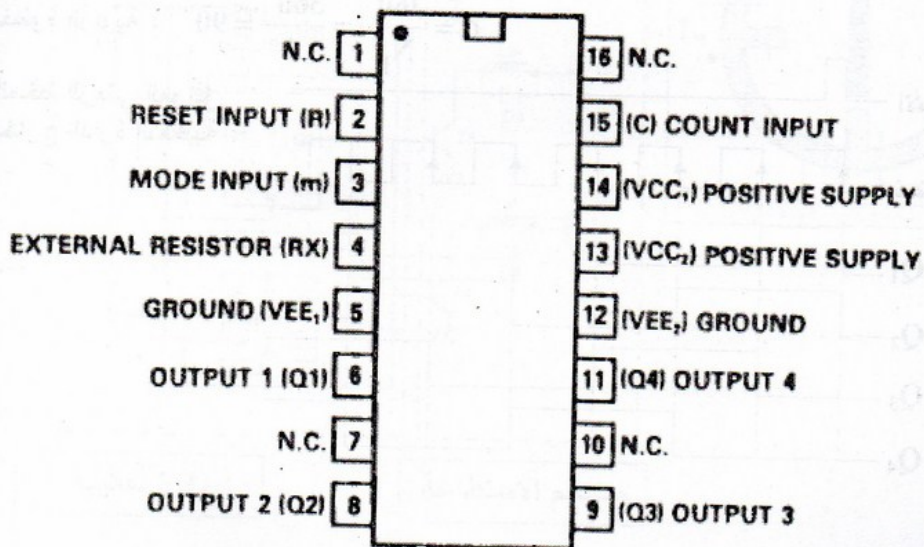
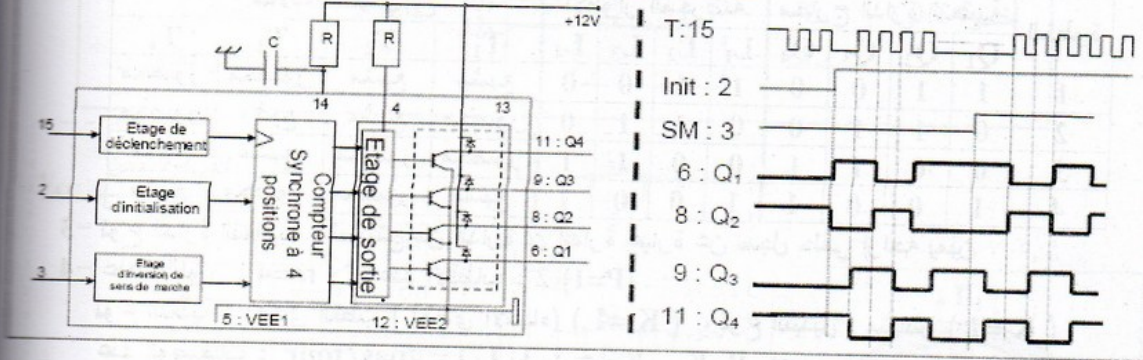




مثال 2- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستخدام الدارة المدمجة SAA1027 :



Caractéristiques techniques du circuit intégré SAA1027

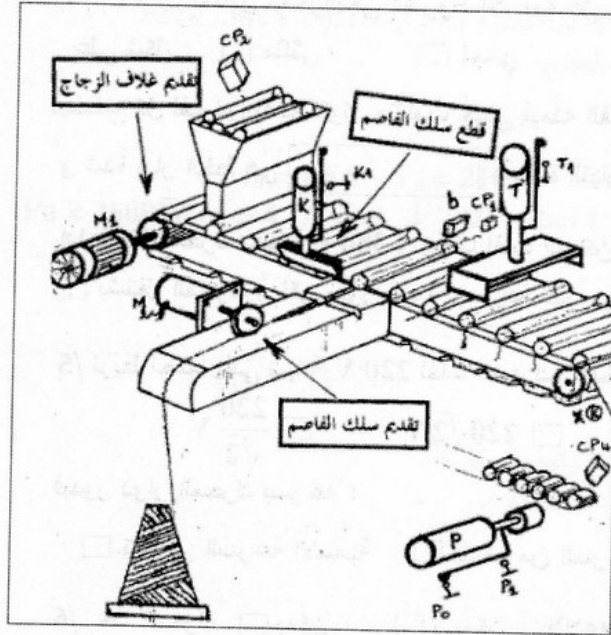




(8) الخصائص التقنية للمحركات خطوة خطوة :  
يمثل الجدول التالي الخصائص التقنية التي تمثل المعايير الأساسية في اختيار محرك خطوة خطوة .

Moteur type	ID35014	ID35110
Puissance consommée par le moteur seul ... w	5,5	5,3
Couple dynamique maximale ..... mNm	57	57
Couple de maintien ..... mNm	85	95
Fréquence de démarrage maximale..... pas/s	130	360
Nombre de phases .....	4	4
Résistance par bobine ( à 20°C )..... $\Omega$	47	7,7
Courant par bobine ..... mA	240	575
Température maximale admissible ..... °C	120	120
Angle de pas .....	7°30'	7°30'
Nombre de pas par tour .....	48	48
Sens de rotation .....	réversible	réversible
Moment d'inertie du rotor ..... gcm <sup>2</sup>	45	45
Poids approximatif ..... g	300	300

### وضعية إدماجية :

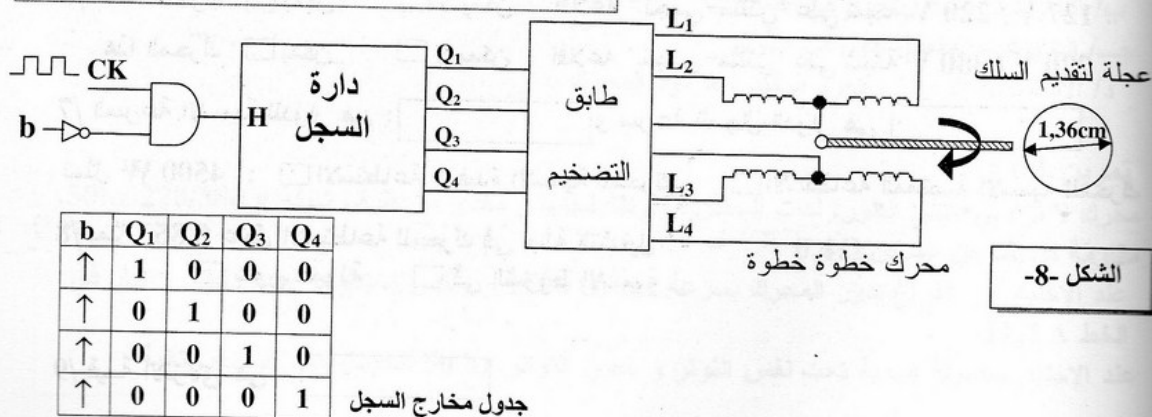


ليكن نظام آلي " لتركيب الفواصل المنصهرة " الممثل في الشكل المقابل :  
على النظام أن يقوم بتركيب الفواصل المنصهرة ذات معيار أقل من 3A بتوتر استعمال 220 V و تجميعها في علب ذات 6 فواصل .  
يتضمن النظام عدة أشغولات من بينها أشغولة " تقديم سلك الفاصم " .

للتحكم في تقديم 2,13 cm من سلك الفاصم نستخدم محرك خطوة خطوة M<sub>2</sub> له الخصائص التالية : أحادي القطب ، زوج واحد لأقطاب الدوار يشغل بـ 12V تيار مستمر متحكم فيه بسجل و يدير عجلة قطرها 1,36 cm .

ما هو عدد النبضات التي يتلقاها السجل

لتقديم الطول 2,13 cm ؟



الشكل -8-

### اختبر معلوماتك

220 V/380 V      9,3 A/16,1 A  
 $\cos \varphi = 0,85$       4500 W  
 1445 tr/min

لتكن لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور :  
 1/ التوتر الأقصى المطبق على كل لف من لفات الساكن هو

2/ يمكن تشغيل المحرك بـ :

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v فقط      ☐ شبكة ثلاثية الطور 380 v فقط  
☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v و 380 v

3/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 220 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي      ☐ نجمي  
 فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي  ،  
 وشدة تيار الخط هي  9,3 A       16,1 A و شدة التيار المار في كل لف هي

4/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 380 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي      ☐ نجمي  
 فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي  ،  
 وشدة تيار الخط هي  وشدة التيار المار في كل لف هو

إذا غطينا المحرك بشبكة 380 v وربطنا لفات الساكن على شكل مثلثي :  
☐ يشتغل المحرك و لكن يدور الدوار بسرعة أكبر من 1500 tr/min      ☐ يمكن تدمير اللفات

5/ نربط نجميا على شبكة 220 V لفات المحرك . فيخضع كل لف لتوتر فعال :  
☐  $\frac{220}{\sqrt{3}}$  V      ☐ 380 V      ☐  $220\sqrt{2}$  V      ☐  $\frac{220}{\sqrt{2}}$  V

فيدور دوار المحرك بسرعة :

☐ تساوي السرعة الاسمية      ☐ أصغر من السرعة الاسمية      ☐ أكبر من السرعة الاسمية

6/ هذا المحرك ☐ يمكن      ☐ لا يمكن      اقلعه " نجمي-مثلثي " على شبكة 127 V / 220 V .  
 هذا المحرك ☐ يمكن      ☐ لا يمكن      اقلعه " نجمي-مثلثي " على شبكة 220 V / 380 V .

7/ السرعة الاسمية للدوار هي :  و سرعة المجال الدوار هي   
 تمثل 4500 W : ☐ الاستطاعة المفيدة الاسمية للمحرك      ☐ الاستطاعة الممتصة الاسمية للمحرك

8/ يمثل 0,85 عامل الاستطاعة للمحرك في حالة التشغيل :  
☐ بدون حمولة      ☐ في الشروط الاسمية

9/ قيمة الانزلاق هي :



## تمارين

تمرين 01 : تحمل لوحة المواصفات لمحرك لا تزامني 3 ~ البيانات التالية :

PLAQUE SIGNALÉTIQUE				
300 W	230 V/400 V	50 Hz	1440 tr/min	
$\cos \varphi = 0,66$	Courant	1,75 A	$\Delta$	
		1,00 A	$\Lambda$	

- 1/ اشرح هذه المعلومات ؟  
أحسب :
- 2/ سرعة المجال الدوار بـ tr/min ثم بـ tr/s ؟
- 3/ عدد أزواج الأقطاب ؟
- 4/ يغذى المحرك بشبكة 230 v / 400 v
- 5/ ما هو التوتر المطبق على لف واحد للساكن ؟
- 6/ أذكر نوع الإقران ؟ علل ؟
- 7/ استنتج تيار الخط من أجل التشغيل الإسمي ؟
- 8/ أحسب المردود ؟

تمرين 02 :

محرك لانزامني ثلاثي الطور ذو قفص سنجاب يغذى بشبكة ثلاثية الأطوار 220 / 380V 50Hz .  
كل لف من لفات الساكن يتحمل 380 V في التشغيل العادي .  
المحرك يخضع لتجارب أعطت النتائج التالية :  
المقاومة المقاسة بين طورين للساكن هي  $1.5 \Omega$  .

- تجربة في الفراغ تحت توتر عادي للتشغيل أعطت :  $I_0 = 1.5A$  ،  $P_0 = 210W$  .  
- تجربة بالحمولة تحت توتر عادي  $U = 380V$  أعطت : التيار في الخط  $I = 4.7A$  ،  $P_a = 2500W$  .  
سرعة الدوران 1410 tr/min .

- 1- أحسب سرعة التزامن وعدد الأقطاب .
- 2- كيف ينبغي أن يقرن المحرك ؟
- 3- في حالة تشغيل المحرك في الفراغ ، أحسب :  
أ / عامل الإستطاعة .
- ب / الضياعات المغناطيسية والضياعات الميكانيكية متساوية .
- ج / الضياعات المغناطيسية في الساكن والضياعات الميكانيكية .
- 4- المحرك يشتغل بالحمولة ، أحسب :  
أ / الإنزلاق
- ب / الضياعات بمفعول جول في الساكن .
- ج / الضياعات بمفعول جول في الدوار .
- د / الإستطاعة المفيدة ، العزم المفيد ، مردود المحرك .

تمرين 03 :

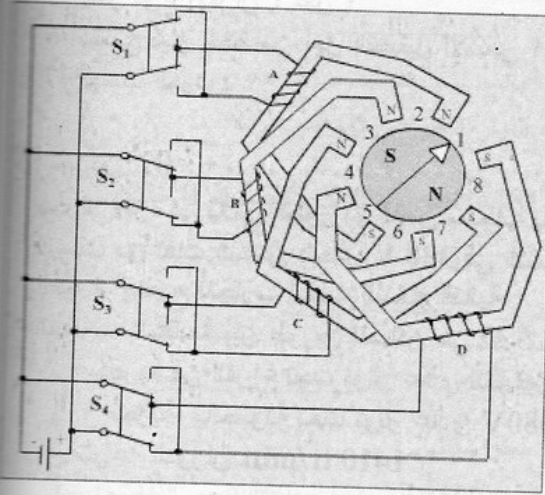
محرك لا تزامني ثلاثي الطور، لفات الساكن مربوطة نجميا و مغذى من طرف شبكة 50hz, 220/380 v .  
مقاومة كل لف من الساكن  $0,4 \Omega$  .  
عند الإختبار في الفراغ يدور المحرك بسرعة 1500 tr/mn و يمتص إستطاعة 1150 w ، و تيار في الخط 11,2 A  
عند الإختبار بحمولة إسمية تحت نفس التوتر و بنفس التواتر 50 hz نتحصل على النتائج التالية :

— الإنزلاق : 4%

— الإستطاعة الممتصة : 18,1 KW

— شدة التيار في الخط : 32 A

- 1/ (أ) أحسب الضياعات بفعل جول في الساكن عند الإختبار على فراغ .  
(ب) ماذا يمكن أن نقول عن الضياعات بفعل جول في الدوار عند هذا الإختبار ؟  
(ج) إستنتج الضياعات في الحديد علما أن الضياعات الميكانيكية تقدر بـ 510 W
- 2/ (أ) أحسب عامل الإستطاعة الإسمي و سرعة الدوران الاسمية .  
(ب) أحسب تواتر التيارات في الدوار من أجل إنزلاق قدره 4 % ماذا يمكن أن نقول عن الضياعات في حديد الدوار
- 3/ أحسب الضياعات بفعل جول في الساكن و في الدوار بحمولة إسمية .
- 4/ أحسب الإستطاعة المفيدة و مردود المحرك بحمولة إسمية .
- 5/ أحسب عزم المزدوجة المفيد الإسمي .



تمرين 04 :

ليكن محرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .

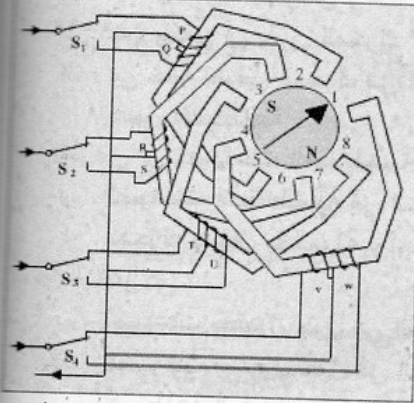
$S_1, S_2, S_3, S_4$  : عبارة عن مبدلات .

- (1) ما هو نمط تغذية المحرك ؟
- (2) ما هو عدد الأطوار ؟
- (3) أحسب عدد الخطوات في الدورة ؟
- (4) أحسب بالدرجة الخطوة الزاوية ؟

تمرين 05 :

ليكن محرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .

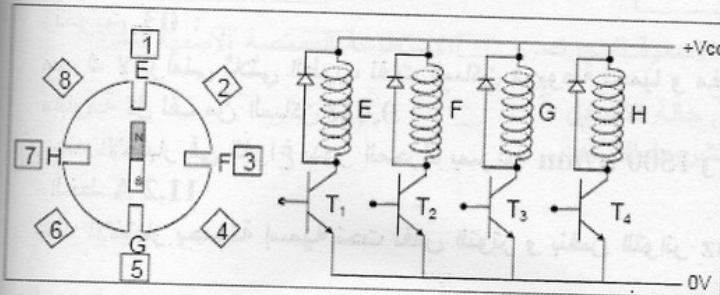
- (1) ما هو عدد الأطوار ؟
- (2) ما هو عدد الأقطاب ؟
- (3) عيّن عدد الوضعيات في الدورة باعتبار أن تغذية الأطوار تكون منفصلة ؟
- (4) استنتج الخطوة الزاوية ؟



تمرين 06 :

ليكن المحرك خطوة خطوة الممثل في الشكل التالي :

- (1) أكمل جدول تحريض الأطوار التالي ؟
- (2) استنتج : عدد الأطوار ؟ عدد الأقطاب ؟ نوع التبديل ؟ نوع التغذية ؟ الخطوة الزاوية ؟

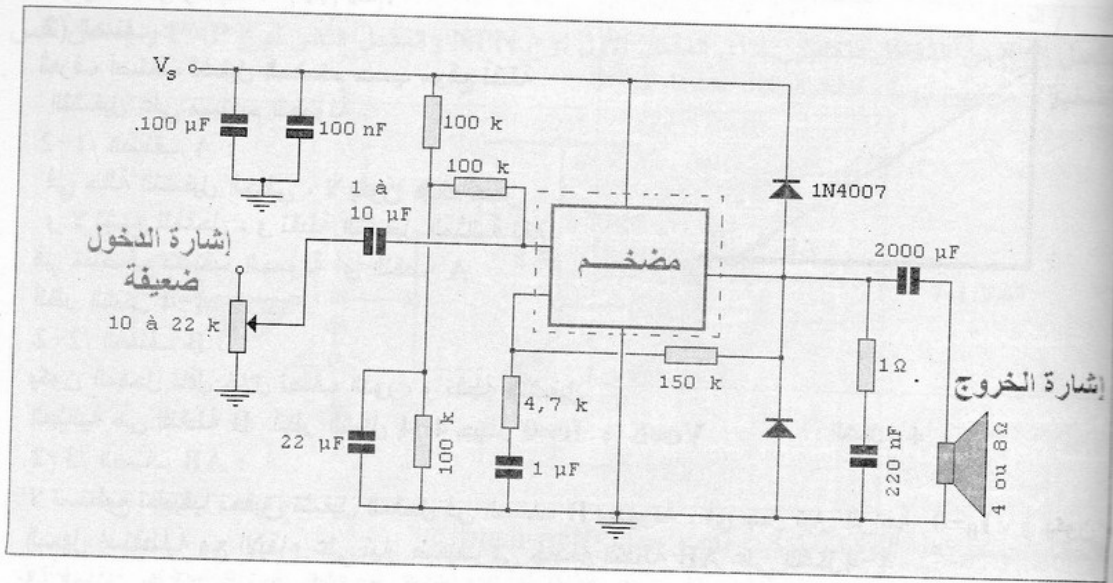


المقفل	وضعية	المقفل	وضعية
المشبع	الدوار	المشبع	الدوار
	5		1
	6		2
	7		3
	8		4



## وظيفة تضخيم الاستطاعة

7



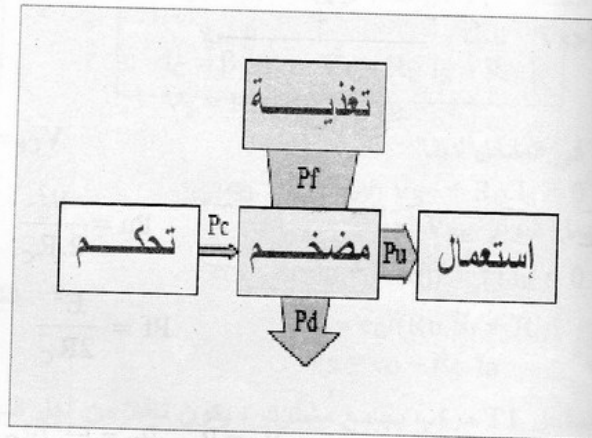
الشكل 1-4

عندما تكون استطاعة إشارة الدخل (إشارة التحكم) ضعيفة بشكل يجعلها غير قادرة على التحكم (التأثير) على العنصر أو الجهاز المتحكم فيه) في هذه الحالة يستوجب الأمر المعالجة ، و ذلك برفع استطاعة الإشارة إلى مستوي يجعلها قادرة على التحكم (التأثير) ، و لا يتحقق ذلك إلا باستعمال تركيب يقوم بهذه العملية يسمى بمضخم الاستطاعة ، يظهر في الشكل 1-4 باللون الأحمر. تنتهي عامة طوابق مضخمات الاستطاعة بحمولة مثل (رافع الصوت، محرك، منفذ متصدر... إلخ) وذلك قصد تزويدها بالاستطاعة الضرورية و اللازمة لقيادتها .



نظرة داخلية لمضخم بمقاخض

الشكل 3-4



الشكل 2-4

(1) مردود المضخم :

تقدم تغذية التركيب استطاعة كلية تقدر بـ  $P_f$  التي تتوزع ما بين الاستطاعة المقدمة للحمولة  $P_U$  و الاستطاعة الضائعة  $P_d$  ، أما الاستطاعة التي تقدمها دائرة التحكم و المتمثلة في الاستطاعة  $P_C$  فهي على العموم مهملة أمام الاستطاعة المقدمة (الممتصة) .

$$\eta = P_U / P_f$$

يعرف المردود بـ :

(2) الصنف :

تُعرف أصناف تشغيل المضخم حسب موقع نقطة التشغيل على مستقيم الحمولة .

1-2 / الصنف A :

في حالة التشغيل الخطي ، لا يكون هناك حسر و لا تشبع للمقل ، و نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة أي النقطة A

أنظر الشكل 4-4

2-2 / الصنف B :

يكون المقل ناقل خلال نصف الدور ، و نقطة التشغيل

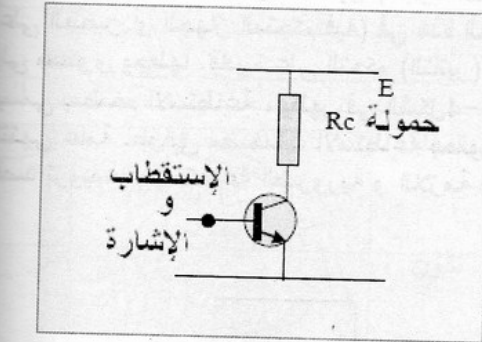
المثالية هي النقطة B أنظر الشكل 4-4 حيث  $I_C = 0$  و  $V_{CE} = E$

3-2 / الصنف AB :

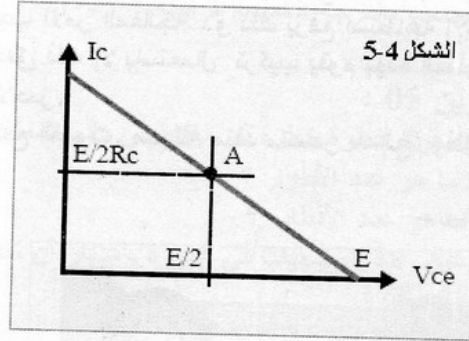
لا نستطيع تطبيقاً تحقيق تشغيل المقل في الصنف B بسهولة ، أي جعل تيار الراحة  $I_B = 0$  ، و يكون من السهل استقطابه مع الإبقاء على تيار ضعيف في جامع النقطة AB على الشكل 4-4

(3) الصنف A في حالة حمولة مقاومة صرفة :

تركيب المقل باعث مشترك ، نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة .



الشكل 4-6



الشكل 4-5

تيار الراحة  $I_C = E/(2R_C)$  و توتر الراحة  $V_{CE} = E/2$

$$P_U = \frac{V_s^2}{2 \cdot R_C}$$

الاستطاعة المفيدة المقدمة للحمولة

$$P_f = \frac{E^2}{2R_C}$$

الاستطاعة المفيدة المقدمة من طرف التغذية

$$P_d = P_f - P_U = \frac{E^2}{2R_C} - \frac{V_s^2}{2 \cdot R_C}$$

الاستطاعة الضائعة في المقل

المردود و هو النسبة بين الاستطاعة المفيدة على الاستطاعة الممتصة أو المقدمة من طرف التغذية

$$\eta = \frac{V_s^2}{E^2}$$

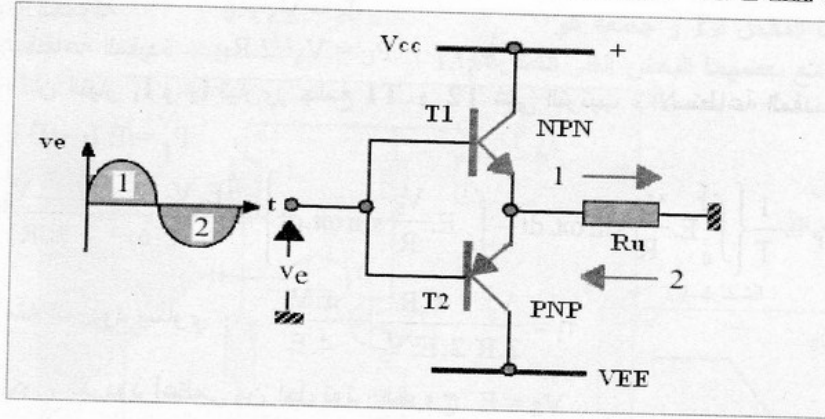
أي

و من جهة أخرى السعة العظمى لتوتر الخروج  $V_s = E/2$  ، و لتجنب تشوه إشارة الخروج يجب أن تبقى تحت سقف القيمة العظمى و منه  $\eta \leq 25\%$

(4) الصنف B :

1-4/ المبدأ :

يستعمل زوج من المقاحل متكاملين ، أي المقحل الأول نوع NPN والمقحل الثاني نوع PNP و يملكان نفس التضخيم و مركبين بجامع مشترك أنظر الشكل 7-4



الشكل 7-4

ملاحظة : يسمى هذا التركيب بتركيب دفع و جذب (push-pull) للحصول على تيار راحة معدوم (النقطة B) أنظر الشكل 4-4 ، يَحصر كل مقحل في نصف دور ، أي يكون المقحل T1 ناقل في النوبة الموجبة لتوتر الدخول ، و المقحل T2 في النوبة السالبة هذا يستدعي استعمال مقحلين متكاملين مع تغذيتين متناظرتين بالنسبة للهيكل ، و منه يُقدم التيار الجاري في الحملية بالتساوي بين المقحليين T1 و T2 .

2-4/ خاصية التحويل :

تكن  $\beta_1$  و  $\beta_2$  تضخيم التيار للمقحل T1 و T2 على الترتيب

المقحل T1 ناقل من أجل  $E_G$  موجب و محصور إذا كان سالبا و مشبع من أجل  $V_s > E$  لدينا

$$I_C = \beta_1 \cdot I_B \text{ و } V_s = R_U \cdot I_s \approx R_U \cdot I_C$$

$$V_s = R_U \cdot (\beta_1 + 1) \cdot I_B$$

و في المدخل لدينا

$$-e_G + R_G \cdot I_B + V_{BE} + R_U \cdot I_s = 0$$

تهمل التوتر  $V_{BE}$  نجد

$$-e_G + R_G \cdot I_B + R_U \cdot (\beta + 1) \cdot I_B = 0$$

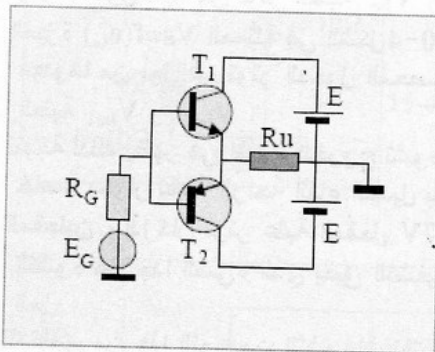
$$I_B \approx e_G / (R_U \cdot \beta_1 + R_G)$$

$$V_s = e_G - R_G \cdot I_B$$

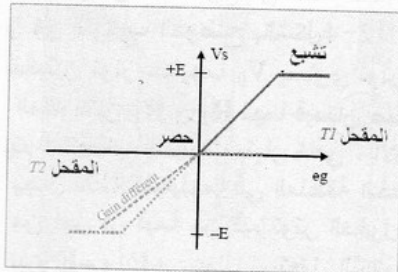
المقحل T1 مركب بجامع مشترك ، يكون ناقلا من أجل النوبات الموجبة و منه .

$$V_s \approx \frac{\beta_1 R_U}{\beta_1 R_U + R_G} e_G$$

T2 ناقل من أجل النوبات السالبة ، بنفس الكيفية نجد .



الشكل 8-4



الشكل 9-4

$$V_s \approx \frac{\beta_2 R_U}{\beta_2 R_U + R_G} e_G$$

إذا كان المقحلان لهما نفس التضخيم  $\beta$  يكون لخاصية التحويل نفس الميل ، و بالتالي تضخيم النوبتين السالبة و الموجبة يكون متناظر، إذا تحقق هذا الشرط تضخم إشارة الدخول بدون تشوه .

3-4 / مردود الصنف B :

$$I_s = V_s / R_U \quad \text{تيار الحمولة}$$

$$P_U = V_s^2 / 2 \cdot R_U \quad \text{الاستطاعة المفيدة}$$

إذا كان التيار  $I_1$  و  $I_2$  تيارى جامع  $T_1$  و  $T_2$  على الترتيب ، الاستطاعة المقدمة من طرف التغذية هي

$$P_f = E \cdot I_1 - E \cdot I_2$$

$$P_f = \frac{1}{T} \left\{ \int_0^{\frac{T}{2}} E \cdot \frac{V_s}{R} \sin \omega t \cdot dt - \int_{\frac{T}{2}}^T E \cdot \frac{V_s}{R} \sin \omega t \cdot dt \right\} = \frac{E \cdot V_s}{R \cdot T} \frac{2}{\omega} = \frac{2 \cdot E \cdot V_s}{\pi \cdot R}$$

$$\eta = \frac{V_s^2}{2 \cdot R} \frac{\pi \cdot R}{2 \cdot E \cdot V_s} = \frac{\pi \cdot V_s}{4 \cdot E} \quad \text{و منه المردود يساوي}$$

و يكون المردود أعظمي من أجل توتر الخروج  $V_s = E$

أعظم قيمة يصل إليها المردود في الصنف B هي

$$\eta = \pi/4 \approx 78,5 \%$$

4-4 / تشوه التقاطع :

لا تكون الوصلة قاعدة باعث ناقلة إلا إذا كان

توتر الدخول أكبر من توتر العتبة  $V_{be}$  ،

الميزة  $V_s = f(e_G)$  الممثلة في الشكل 10-4 تبين أن  $V_s$  يكون

معدوماً من أجل قيم توتر الدخول المحصورة بين توترتي

العتبة  $V_{be1}$  و  $V_{be2}$  .

نتيجة لذلك يظهر في إشارة الخروج تشوه ملحوظ

خاصة بجوار نقطة الراحة أثناء التبديل بين عمل

المقحلين ، إذا كان توتر عتبة المقحل 0.7V يكون

التشوه هام جداً الشيء الذي يعيق التشغيل في الصنف B

الحل :

للتخلص من هذا النوع من التشوهات نقترح أحد الحلول

و هو التركيب الموضح بالشكل 12-4 الذي نستعمل فيه

ثنائيتين توتر عتبتيهما  $V_0$  يساوي توتر عتبة المقحلين .

المقاومتان  $R_1$  و  $R_2$  لهما قيمتان صغيرتان نسبياً حتى

يتم استقطاب الثنائيات بتيار كافي ، الأمر الذي

يجعل نقطة تشغيلهما في المنطقة الخطية و هذا

من أجل كل قيمة من قيم توتر الدخول الواقعة

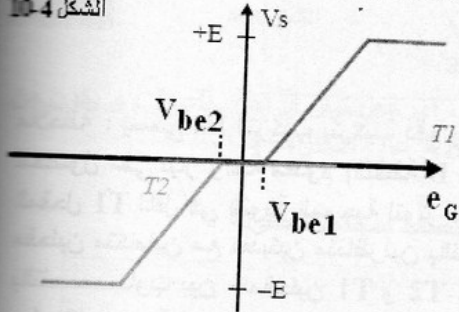
بين  $-E$  و  $+E$  ، عملياً تستعمل الثنائيات التي يكون

توتر عتبتها أكبر من توتر عتبة المقحلين ،

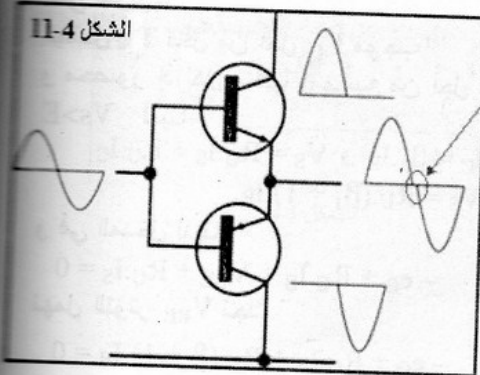
تكون هذه الأخيرة موصولة (ناقلة) دوماً و تقدم تيار

راحة  $I_0$  ضعيف .

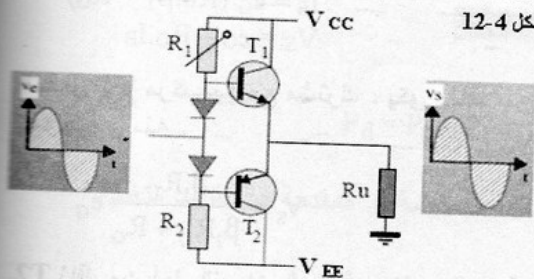
الشكل 10-4



الشكل 11-4



الشكل 12-4





## 5) تركيب دارلينغتون (Montage Darlington) :

1-5 / التركيب :

يحتوي تركيب دارلينغتون على

مقحلين مركبين كمايلي : يربط باعث المقحل T1

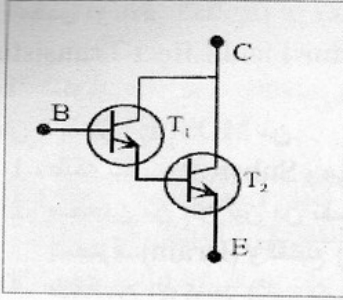
بقاعدة المقحل T2 و جامع المقحل T1

بجامع المقحل T2 و هو بذلك يمثل مقحل قاعدته قاعدة

المقحل T1 و باعثه باعث المقحل T2 و جامع هو

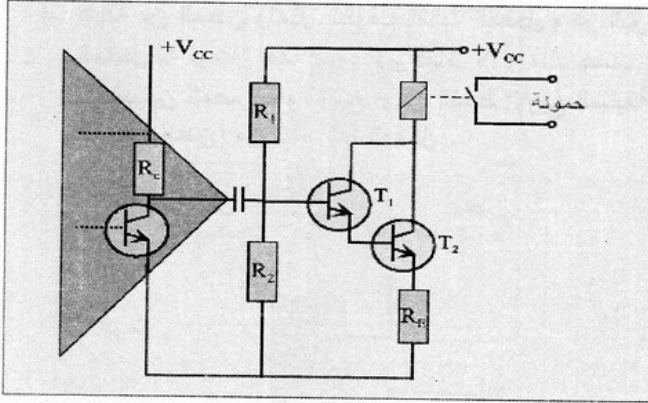
جامع المقحلين مربوطين مع بعضهما البعض أنظر الشكل 13-4

مثال



الشكل 13-4

إستعمال تركيب دارلينغتون  
في تضخيم إشارة تحكم مرحل



الشكل 14-4

## 2-5 / التركيب المكافئ :

نشاط

إذا علمت التركيب المكافئ لتركيب دارلينغتون الموضح بالشكل 15-4

و أن للمقحلين الوسائط الهجينية التالية  $r_1 ; \beta_1$  و  $r_2 ; \beta_2$

1- أوجد الوسائط الهجينية للمقحل المكافئ ؟

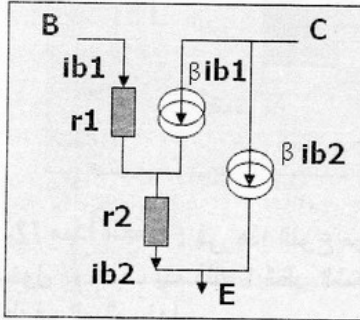
جواب مختصر

تضخيم التيار  $\beta_D = \beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_1 + \beta_2$

مقاومة الدخول  $r_D = r_1 + \beta \cdot r_2$

ملاحظة :  $r_1 = h_{11}$  و  $\beta_1 = h_{21}$  بالنسبة للمقحل T1 و نفس الشيء

بالنسبة للمقحل T2



الشكل 15-4

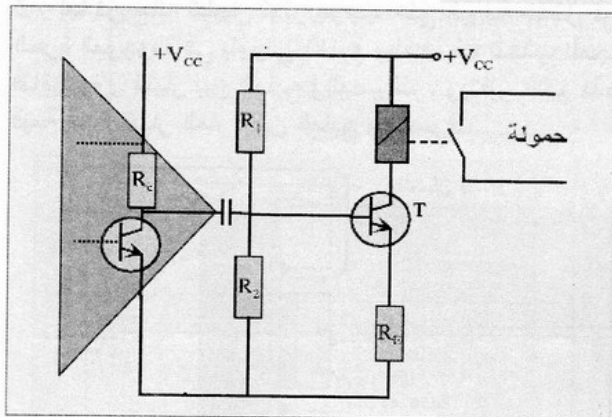
نتيجة

تركيب دارلينغتون هو مضخم

بجامع مشترك يملك تضخيم كبير

في التيار و مقاومة دخول معتبرة

لذلك فهو يستعمل في تضخيم الإستطاعة



الشكل 16-4

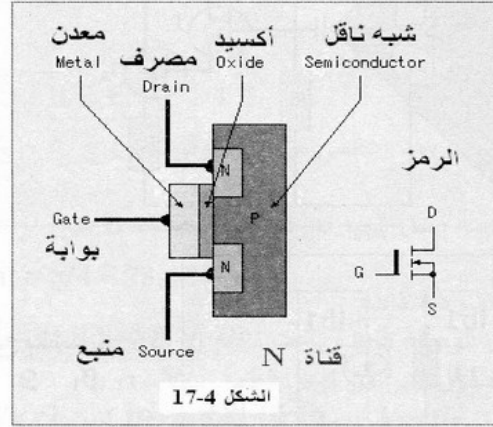
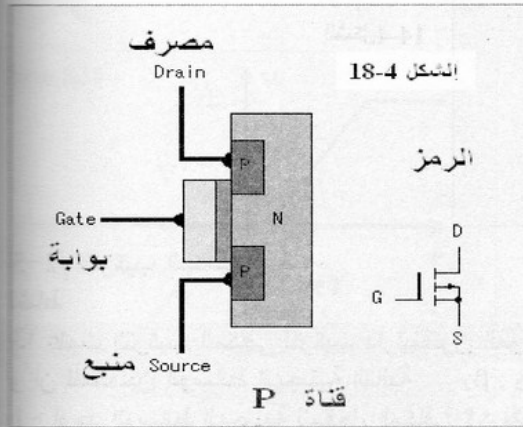
(6) المقحل ذو الأثر الحقلّي ذو بوابة معزولة :

## MOSFET (Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor)

1-6 / التكوين :

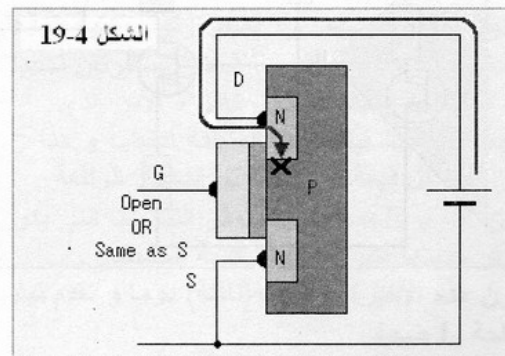
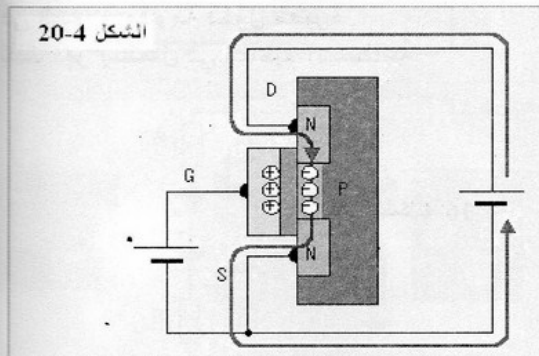
تتكون المقاحل MOSFET من

1. طبقة سفلية Substrat وهي إما من النوع N الشكل 4-17 أو من النوع P الشكل 4-18
2. منطقتين من بلورتين من نفس النوع بعكس الطبقة السفلية ويمثلان طرفين من أطراف المقحل وهما المصرف (Drain) والمنبع (Source) .
3. طبقة من الأوكسيد (ثاني أكسيد السليكون  $SiO_2$ ) وهي مادة غير موصلة للتيار الكهربائي (عازلة)
4. طبقة من المعدن وتمثل الطرف الثالث للمقحل وهو البوابة (Gate) ونجد أيضا من الشكل أن هذا المقحل له نوعان هما قناة P وقناة N وذلك حسب اختيار نوع الطبقة السفلية والبلورتين الجانبيتين المصرف والمنبع. ومن النقاط الأربع السابقة نكون قد عرفنا الجزء MOS (شبه ناقل - أكسيد - معدن) من أسم هذا المقحل .



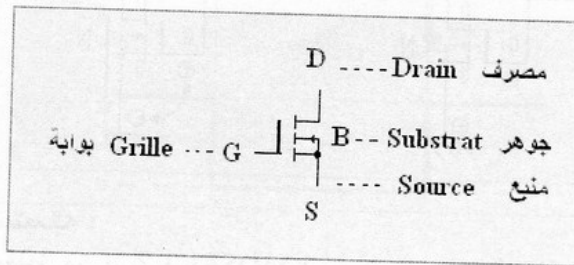
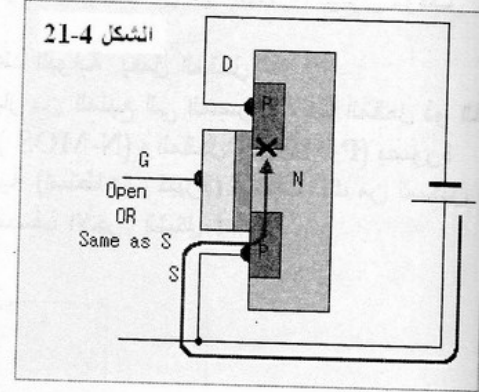
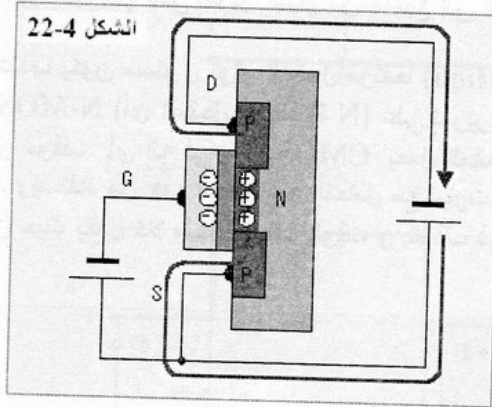
2-6 / مبدأ العمل : في هذا النوع من المقاحل يتم التحكم في تيار الخروج عن طريق توتر (المجال الكهربائي) الدخول .. فكيف يتم ذلك ؟ أنظر الشكل 4-19 حيث يتم توصيل المصرف بالطرف الموجب للبطارية والمنبع بالطرف السالب لها.

- 1- في حالة عدم تطبيق أي توتر على البوابة فإنه لا يمر أي تيار بين المنبع والمصرف أنظر الشكل 4-19
- 2- أما في حالة تطبيق توتر موجب على البوابة الشكل 4-20 نلاحظ أن (المقحل نوع قناة N) الإلكترونات الحرة الموجودة في بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي الموجب الناشئ عند البوابة مكونة قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف ، ويتغير حجم هذه القناة تبعاً لقوة المجال الكهربائي وبالتالي تتغير قيمة شدة التيار المارة بين المنبع والمصرف.



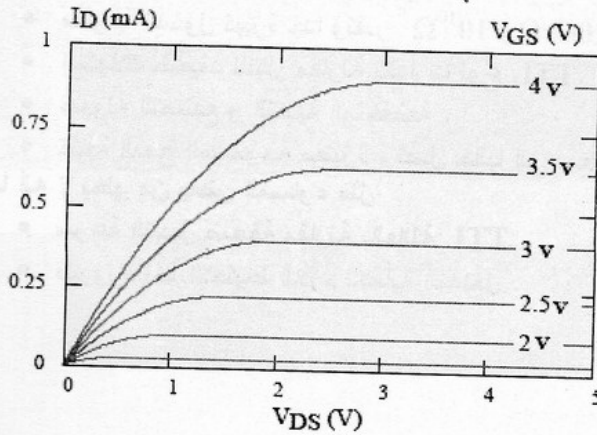
3- في حالة تطبيق توتر سالب على بوابة المقفل نوع القناة P الشكل 4-22 نلاحظ أن الفجوات الموجودة في بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي السالب الناشئ عند البوابة مكونة قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف. ويتغير حجم هذه القناة تبعا لقوة المجال الكهربائي وبالتالي تتغير قيمة شدة التيار المارة تبعا لذلك .

ملاحظة : وجود مادة الأوكسيد (العازلة) بين البوابة وبقية المقفل فإن التيار لا يمر بينهما ، فقط يتم التحكم في التيار المار بين المنبع والمصرف عن طريق التوتر (المجال الكهربائي) المطبق على البوابة.

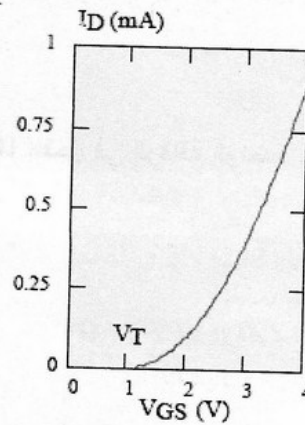


3-6 / الخاصية :  
تُعطي خاصية المقفل بالعلاقة التالية  
$$I_D = I_{DSS} (1 - V_{GS}/V_T)^2$$
  
حيث يمثل  $I_{DSS}$  تيار المصرف الأعظمي و  
 $V_T$  أو  $V_P$  توتر القبض  
(Tension de pincement)  
ملاحظة :  
المقفل نوع قناة N

الشكل 4-23



الشكل 4-25



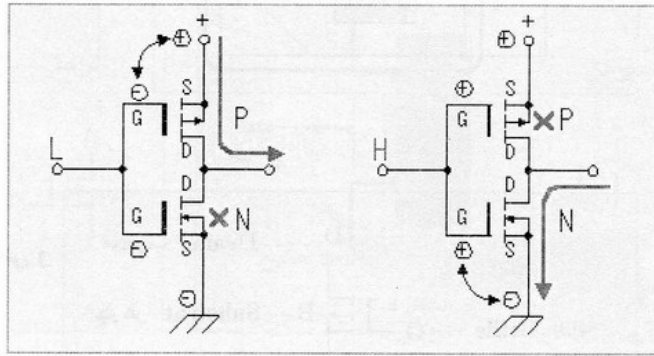
الشكل 4-24

## 6-4/ MOSFET المتمم (CMOS) : مصطلح CMOS هو اختصار للجملة

### Complementary Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor

وهو عبارة عن دائرة تجمع بين مقحليين من نوعين مختلفين قناة P و قناة N ويكون عمله كالاتي :

- 1- عندما يكون مستوى توتر الدخول منخفض (LOW) عند البوابة يعمل المقحل P-MOS FET (أي المقحل ذو القناة P) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة N فيكون موقفه
- 2- و عندما يكون مستوى توتر الدخول مرتفعا (High) عند البوابة يعمل المقحل N-MOS FET (أي المقحل ذو القناة N) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة P فيكون موقفه. أي أنه في دائرة CMOS يعمل المقحل (N-MOS) والمقحل (P-MOS) بصورة متناوبة. ويستفاد من هذه الحالة عند التعامل مع تيارات عالية (إستطاعات كبيرة) فيخفف ذلك من تسخين كلا المقحليين حيث يعمل كلا منهما نصف الوقت و يتوقف في النصف الآخر. الشكل 26-4



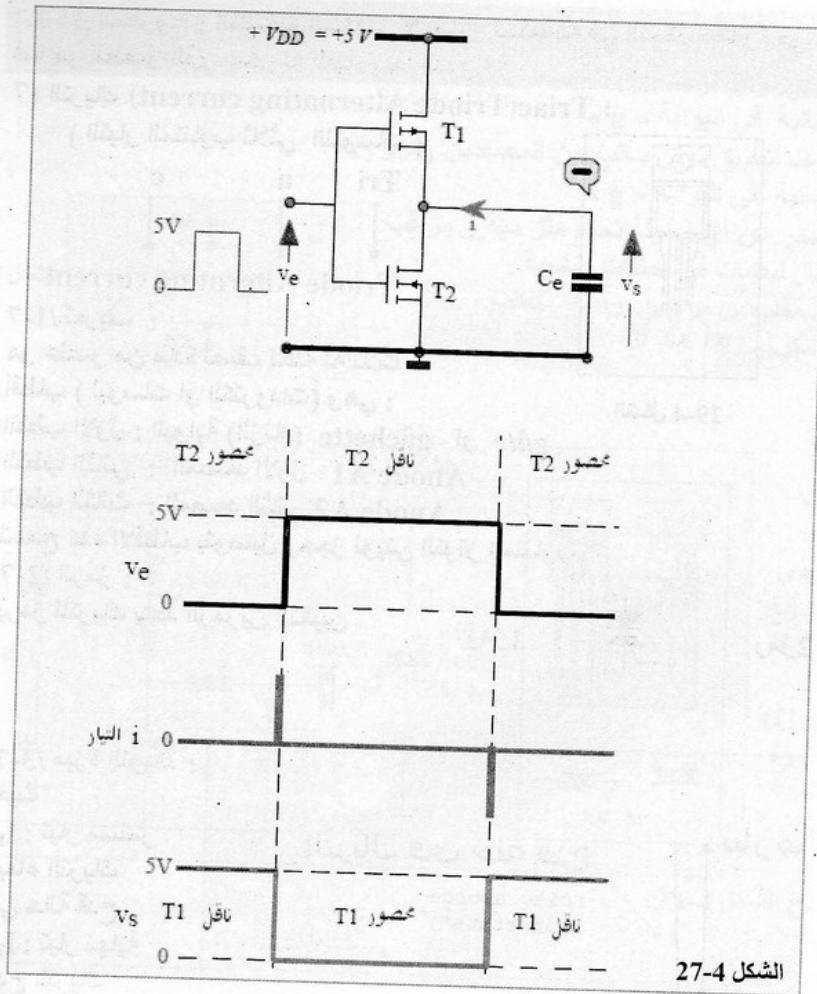
الشكل 26-4

6-5/ إستعماله :

تدخل المقاحل من نوع MOSFET في معظم الدارات الحديثة وخصوصا في بناء الدارات المدمجة والدارات الرقمية و ذلك لما تتميز به من

- مقاومة الدخول كبيرة جدا وتقدر  $10^{10} \Omega$  أو  $10^9 \Omega$  .
- إستهلاك ضعيف للتيار مقارنة بالدارات نوع TTL .
- سهولة التصنيع و التكلفة المنخفضة .
- كثافة الدمج المسموحة معتبرة ، تصل حاليا إلى دمج  $10^7$  مقحل في الرقاقة الواحدة .
- كما أنه لا يخلو من بعض المساوئ مثل
- سرعة التبديل ضعيفة مقارنة بالعائلة TTL .
- ضرورة أخذ الإحتياط اللازم لحماية المداخل .





مثال  
يمثل التركيب الموضح  
بالشكل 27-4  
باب منطقي  
(دالة منطقية أساسية)  
لا (NON)

أي  
القناة  
تين كلا

نشاط  
ماهو الفرق بين المقاحل ثنائية القطبية و المقاحل ذات الأثر الحقلّي TEC من ناحية :

- التحكم
- ممانعة الدخول
- الإستهلاك في الطاقة
- الإستعمال

بحث  
قارن بين المقحل 2N2222 و المقحل 2N3796 من ناحية الخصائص الكهربائية  
أستعن في بحثك بمايلي :

- كتاب الصانع (DATA BOOK)
- الشبكة العنكبوتية Internet

الإشكال المطروح : التضخيم السكوني لا يمكن استعماله في التحكم مباشرة في حمولة في المتناوب .  
فما هو العنصر الذي يمكن له القيام بهذا الدور ؟

### 7) الترياك (Triode Alternating current) : Triac

( التيار المتناوب ثلاثي اللبوسات )

Tri a c  
↓ ↓ ↓

Triode Alternating current

1-7/ تعريف :

هو عنصر من مادة نصف ناقلة له ثلاث

أقطاب ( لبوسات او الكترودات ) وهي :

القطب الاول : البوابة (الزناد) *gâchette* او *gate*

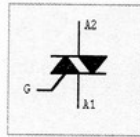
القطب الثاني : المصعد الاول Anode A1

القطب الثالث : المصعد الثاني Anode A2

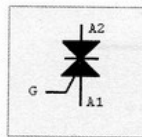
تسمح هذه الأقطاب بتوصيل وحجز نوبتي التوتر المتناوب

2-7/ الرمز :

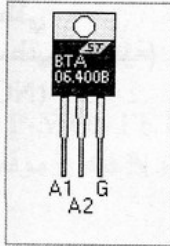
يرمز للترياك بإحد الرمزين التاليين



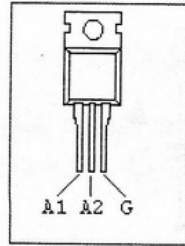
رمز 2



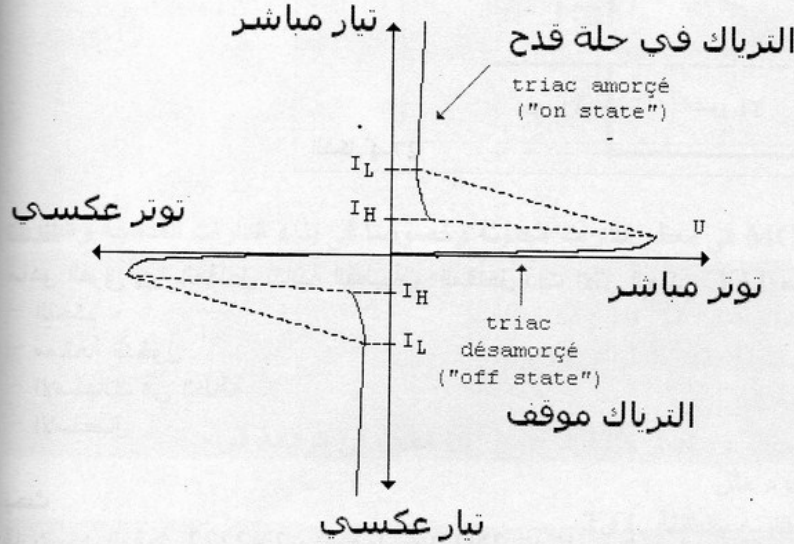
رمز 1



الشكل 30-4



الشكل 29-4



### 3-7/ ميزة الترياك :

حيث

$I_L$  : تيار مستمر

لبقاء الترياك

في حالة قدح

$I_H$  : تيار نهاية

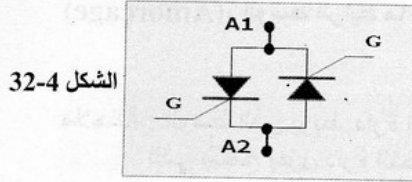
قدح الترياك

الشكل 31-4

ملاحظة : من خلال الميزة نلاحظ أن الترياك يمكن ان  
يُوصل ( ينقل التيار ) في الاستقطاب المباشر والاستقطاب  
العكسي .

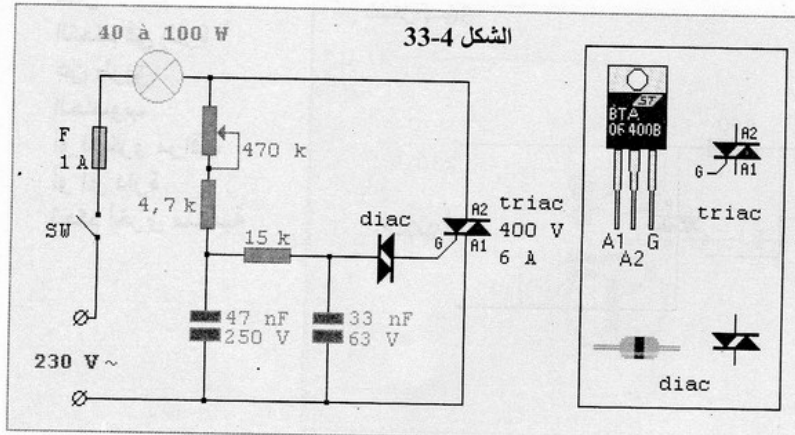
#### 7-4/ مبدأ العمل :

- يقود الترياك عند تطبيق توتر موجب بين المصعدين  $A_1$  و  $A_2$  مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
  - ويقود الترياك أيضا عند تطبيق توتر سالب بين المصعدين  $A_1$  و  $A_2$  مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
  - يُمكن للنبضات أن تصدر عن أي وسيلة تحكم مثل ميكرو مراقب آلي مبرمج .. إلخ وذلك بإرسال نبضات في لحظات مناسبة .
- ملاحظة : الترياك يعمل عمل مقداحين مركبين رأسا - لعقب وذلك حسب ما يظهر في الشكل 32-4

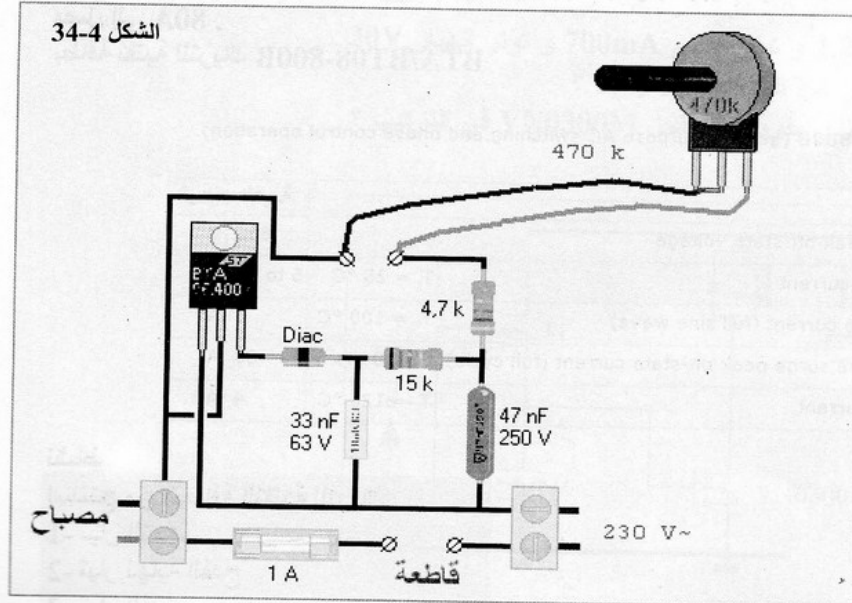


#### 7-5/ الاستعمال :

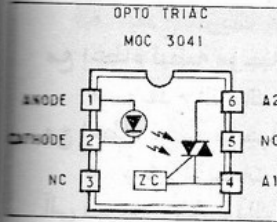
- يستعمل الترياك لتغذية حلقات التسخين ، الأجهزة الضوئية ، المحركات الصغيرة التي تغذى بتوترات متناوبة مضبوطة .. إلخ
- مثال: التركيب عبارة عن درارة مبدئية لمدرج ضوئي (Gradateur de lumière)
- الدارة مكونة من مقاومة متغيرة و مكثفة موصولة مع الدياك تسمح بالحصول على فرق الطور اللازم للتحكم في تغير شدة إضاءة المصباح الشكل 33-4.



الشكل 34-4

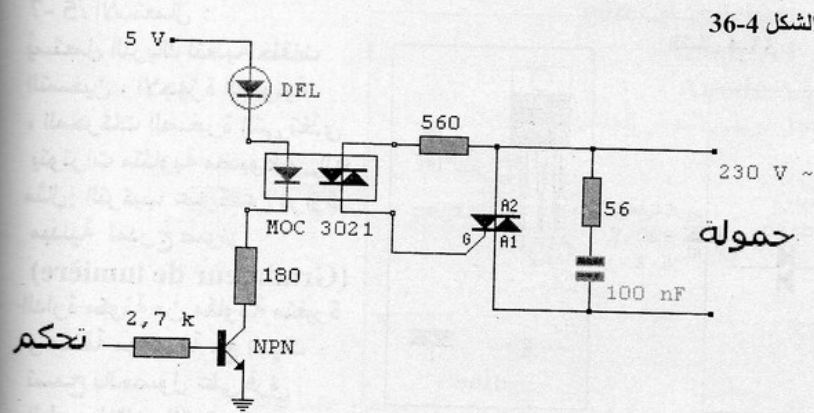


الشكل 34-4 يبين تجسيد المثال السابق باستعمال المركبات الحقيقية



(8) الترياك الضوئي Opto - triac  
لاستعمال الترياك في التبديل يفضل الاستعانة بالترياك الضوئي  
إذ يكفي تطبيق مستوى منخفض لتوتر موجب على الثنائي الضوئي (LED)  
للتحكم في الترياك الضوئي ، أي عند اشتعال الثنائي يقدح الترياك  
(Amorçage)، الوسط الرابط ما بين الثنائي و الترياك هو الضوء .  
الشكل 35-4

ملاحظة : الوسط الذي يربط دائرة التحكم بدائرة الإستطاعة هو الضوء ، الشيء الذي يسمح بعزل دائرة التحكم عن أي تأثير محتمل من دائرة الإستطاعة



مثال  
التحكم في إنارة  
عن طريق  
الحاسوب  
أو المكرو مراقب  
أو أي دائرة  
تحكم أخرى مناسبة

يتحمل هذا النموذج توترات قد تصل الي 800 v يتم التحكم فيه بتيار بوابة  $i_{gt}$  الذي يمكن أن يتراوح ما بين 5 mA الي 50 mA ، كما يمكنه ان يعطي تيار حمولة يقدر بـ 8 A (قيمة فعالة) وفي نقاط غير متركرة قد يصل إلى 80 A .

بطاقة تقنية للترياك BTA/BT08-800B

Triac BTA/BT08-800B (general purpose AC switching and phase control operation)

الرمز	المدلول	القيمة	الوحدة
$V_{DRM}$	Repetitive peak off-state voltage	800	V
$I_{GT}$	Gate trigger current	$T_J = 25^\circ C$ 5 to 50	mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	$T_C = 100^\circ C$ 8	A
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	$t = 20\text{ ms}$ 80	A
$I_{GM}$	Peak gate current	$T_J = 125^\circ C$ 4	A

نشاط

إستنتاج من البطاقة التقنية للترياك

- 1- تيار التحكم
- 2- تيار نهاية القدح
- 3- تيار القدح
- 4- ماذا يمثل التيار 80A
- 5- ماذا تستنتج

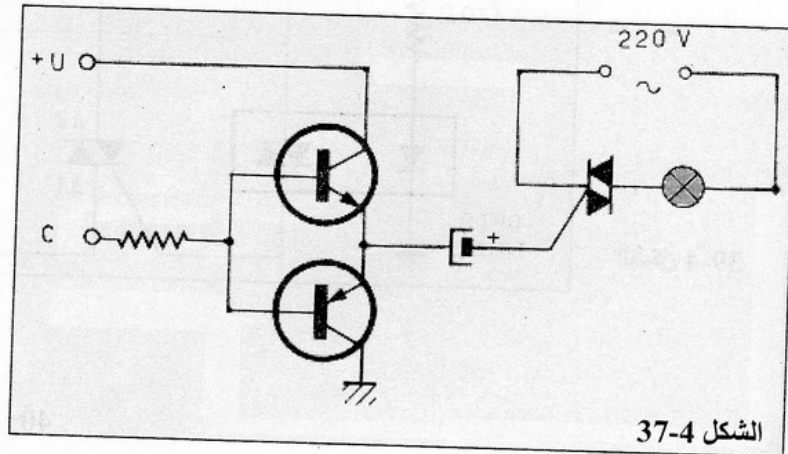


## تمارين

### تمرين 01 :

ليكن التركيب الموضح بالشكل 37-4

- 1- ماذا تمثل الإشارة عند النقطة C؟
- 2- ماهو دور المقحلين في هذه الحالة؟
- 3- هل من الضروري تحسين الإشارة عند مخرج المقحلين علل؟
- 4- ماذا يمثل المصباح في التركيب؟



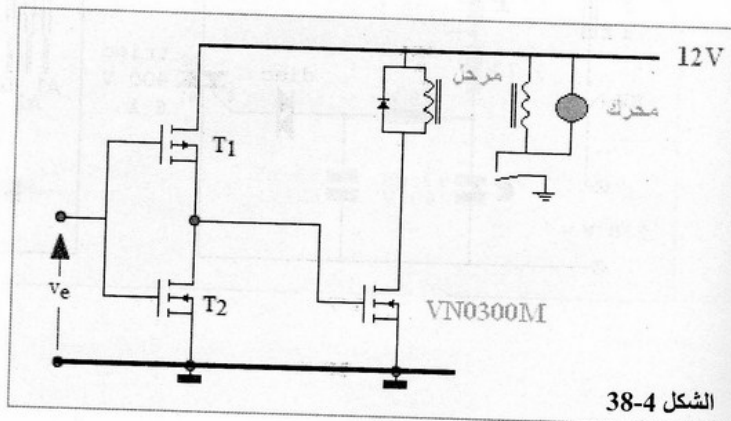
الشكل 37-4

### تمرين 02 :

يمثل التركيب الموضح بالشكل 38-4 جزء من نظام آلي (Robot) ، يملك المقحل VN0300M مقاومة  $r_{DS}$

في حالة العبور تقدر بـ  $1.2 \Omega$  و تيار أقصى  $700mA$  و توتر إنهيار  $30V$  .

- 1- ماذا يمثل التركيب المكون من المقحلين  $T_1$  و  $T_2$  ؟
- 2- اشرح باختصار الدور الذي يقوم به المقحل VN0300M في التركيب ؟

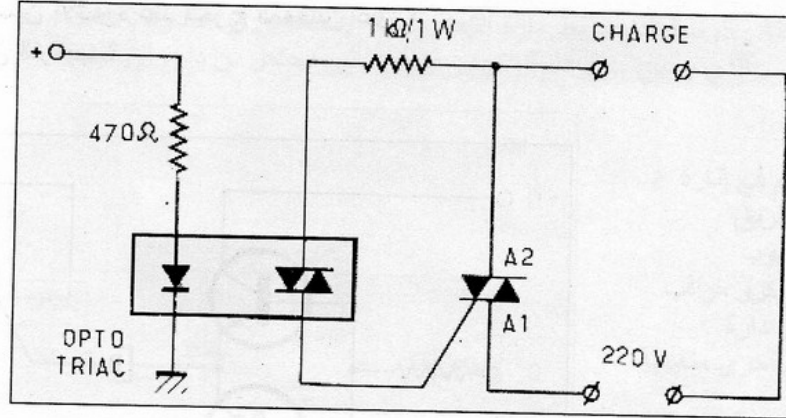


الشكل 38-4

### تمرين 03 :

يعطى التركيب الشكل 39-4

- 1- ينقسم التركيب إلى جزئين حددهما مع إختيار الاسم المناسب لكل منهما ؟
- 2- ماهي الفائدة التي يقدمها هذا النوع من التركيبات ؟
- 3- هل بإمكانك تطوير هذا التركيب من ناحية التحكم ؟ ماذا تقترح ؟

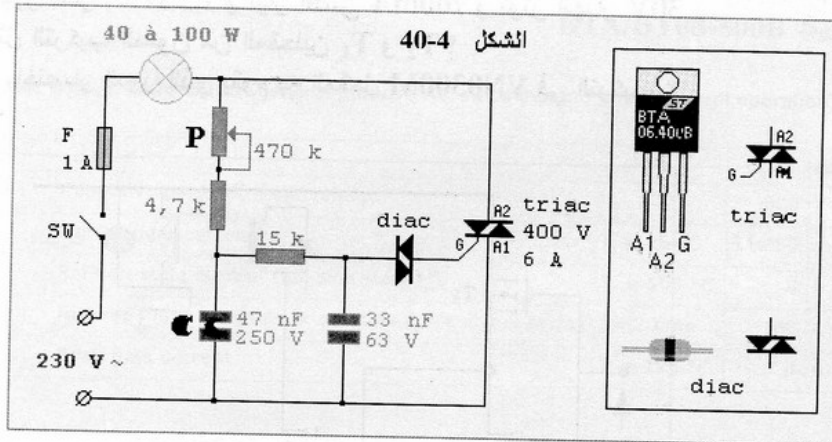


الشكل 39-4

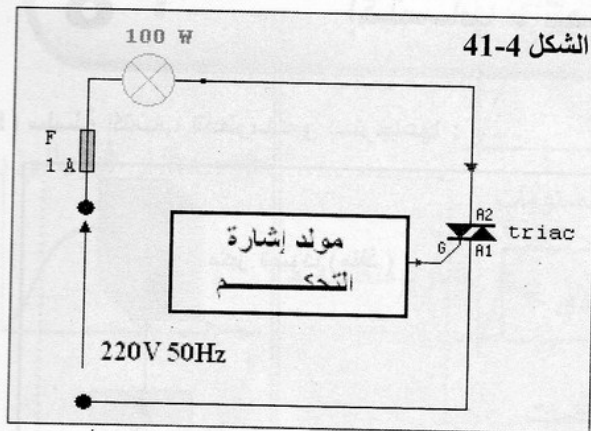
### تمرين 04 :

التركيب الممثل بالشكل 40-4

- 1- ماذا يمثل
- 2- ماهي فائدته
- 3- ماهو دور الخلية C-P



الشكل 40-4



تمرين 05 :

يُغذى مصباح يحمل المعلومات التالية

220V 50Hz بمدرج أنظر الشكل 41-4

1- أحسب القيمة الفعالة للتيار الذي يجب أن يتحمله الترياك ؟

2- نبضة التحكم في زناد الترياك متأخرة بـ 5ms بالنسبة لبداية كل نوبة

- مثل بيانيا التوتر بين طرفي

المصباح بدلالة الزمن  $t$

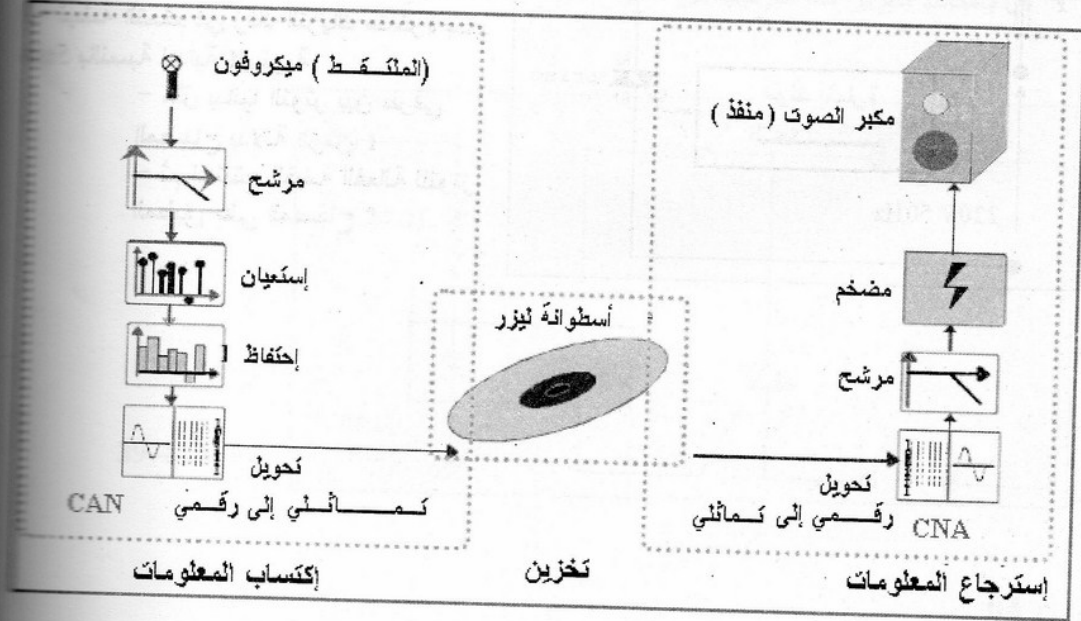
- ثم استنتج القيمة الفعالة للتوتر

المطبق على المصباح ؟

## إكتساب ، تحويل المعلومات

8

(1) سلسلة إكتساب المعلومات و إسترجاعها :



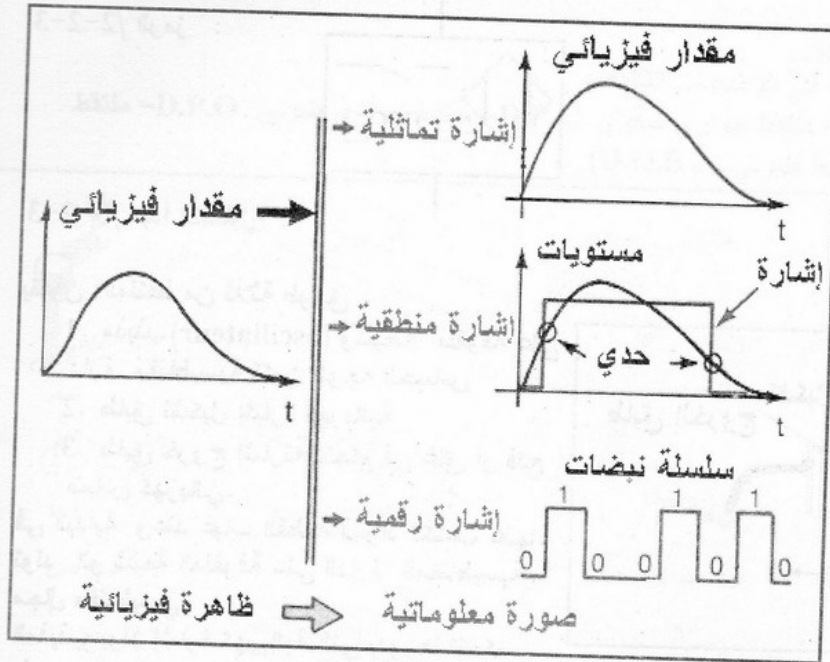
لتخزين أو تسجيل معلومات صوتية على أسطوانة ليزر نحتاج إلى سلسلة للإكتساب هذه المعلومات عتصرها الأساسي الملتقط **Capteur** المتمثل في ميكروفون يلتقط صوت (إشارة تماثلية) و التي تمر بمراحل إلى تحويل إلى إشارة رقمية و التي تخزن في أسطوانة الليزر . لاسترجاع أو سماع المعلومة الصوتية لابد من تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة صوتية و تمر بمراحل إلى أن تصل إلى المنفذ **Actionneur** ( مكبر الصوت ) .

(2) أنواع الإشارات الكهربائية : تتكون الإشارة الكهربائية ( تيار أو توتر ) من ثلاث أنواع :

- \* إشارة تماثلية : وهي إشارة تتغير باستمرار مع الزمن .  
مثال : التوتر صورة لدرجة حرارة خارجية ، التوتر صور لسرعة الرياح .
- \* إشارة منطقية : وهي إشارة تأخذ قيمتين ثابتتين بارزتين ، كل منها تناسب منطق معين أو خاص فهي إشارة غير مستمرة .  
مثال : - درجة حرارة الوسط الخارجي أكبر من  $10^{\circ}\text{C}$  هذا يناسب توتر  $u=5\text{V}$  وإذا كان غير ذلك  $u=0\text{V}$  .
- بوجود الضوء  $I=5\text{mA}$  ، بغيابه  $I=0\text{mA}$  .

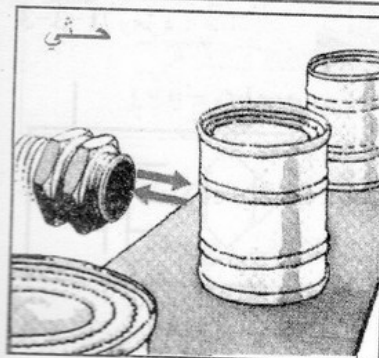
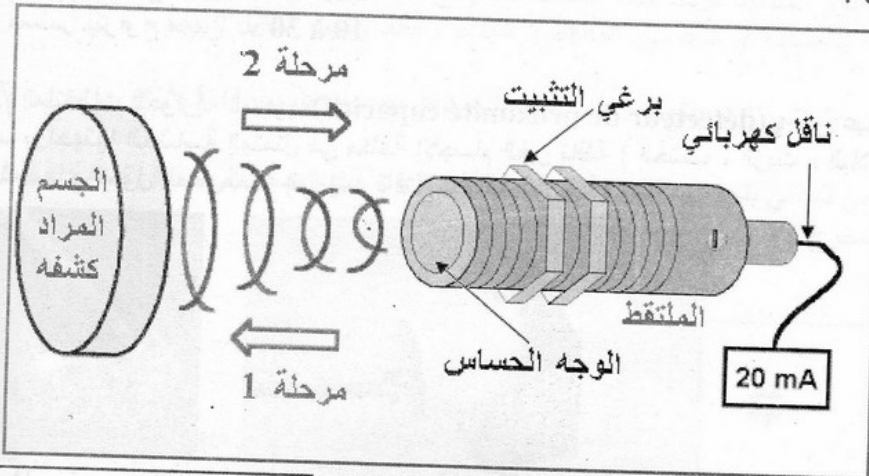
\* إشارة رقمية : تشبه الإشارة المنطقية و لكن معناها يختلف ، فهي تمثل عدد مرمر ثنائي (0,1)





شكل لمختلف أنواع الإشارات الكهربائية

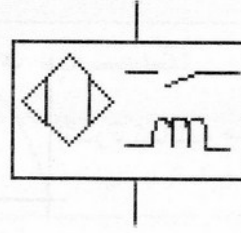
- (3) الملتقطات الجوارية :
- 1-3/ تذكير : الملتقط هو عبارة عن عنصر يحول المقدار الفيزيائي إلى مقدار كهربائي أو هوائي .
- 2-3/ الملتقطات الجوارية الحثية : (détecteur de proximité inductif) هي عبارة عن مركبات تكشف بواجهتها الحساسة الأجسام المعدنية دون لمسها و تحول المعلومات إلى إشارة فتح أو غلق دائرة .
- 1-2-3/ المكونات :



إستعمال الملتقط الحثي



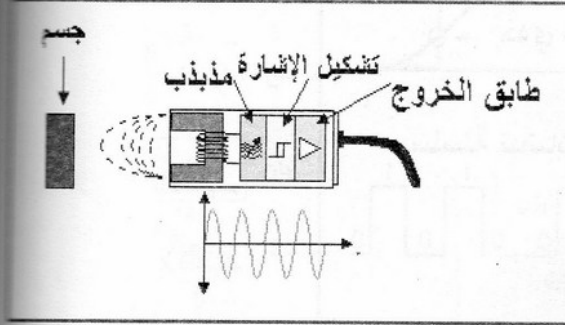
3-2-2/ الرمز :



3-2-3/ مبدأ التشغيل :

يتكون الملتقط من ثلاثة طوابق :

1. مذبذب (oscillateur) وشيعته ملفوفة على دائرة مغناطيسية تكون الوجه الحساس
  2. طابق تشكيل إشارة كهربائية
  3. طابق خروج إشارته تتحكم في غلق أو فتح مماس كهربائي.
- في البداية وعند غياب القطعة المراد الكشف عنها، تولد الوشيعه الملفوفة على الدائرة المغناطيسية مجال مغناطيسي. المذبذب يولد إشارة كهربائية التي بدورها تتحكم في حالة المماس. عند وجود القطعة المعدنية داخل حدود المجال المغناطيسي مما ينتج عنه توليد تيارات تحريضية مارة في القطعة ، هذه الأخيرة تؤدي إلى توقف المذبذب وانعدام الإشارة الكهربائية ، وبالتالي المماس يغير حالته.

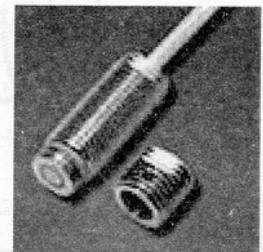
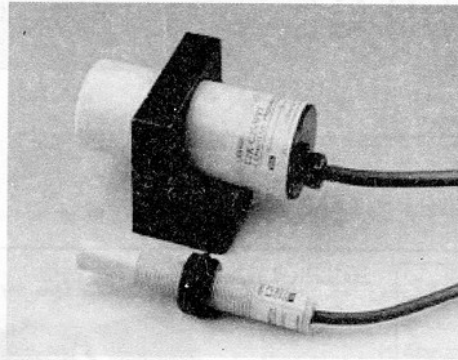


3-2-4/ توتر التغذية :

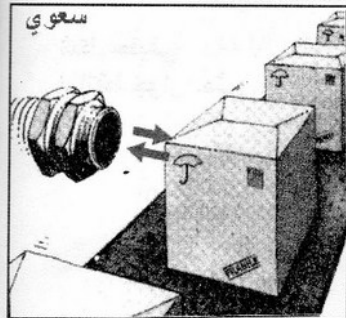
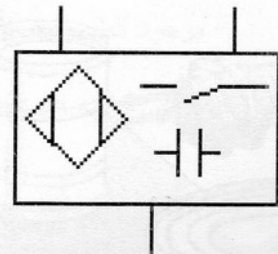
توتر متناوب يتراوح ما بين 20 à 264v

توتر مستمر يتراوح ما بين 10 à 30 v

3-3/ الملتقطات الجوارية السعوية (décteur de proximité capacitif) : هي عبارة عن مركبات تكشف بواجهتها الحساسة المتمثل في مكثفة الأجسام الغير ناقلة ( الخشب ، الزيت ، البلاستيك الخ) و الناقلة دون لمسها و تحول المعلومات إلى إشارة فتح أو غلق دائرة .



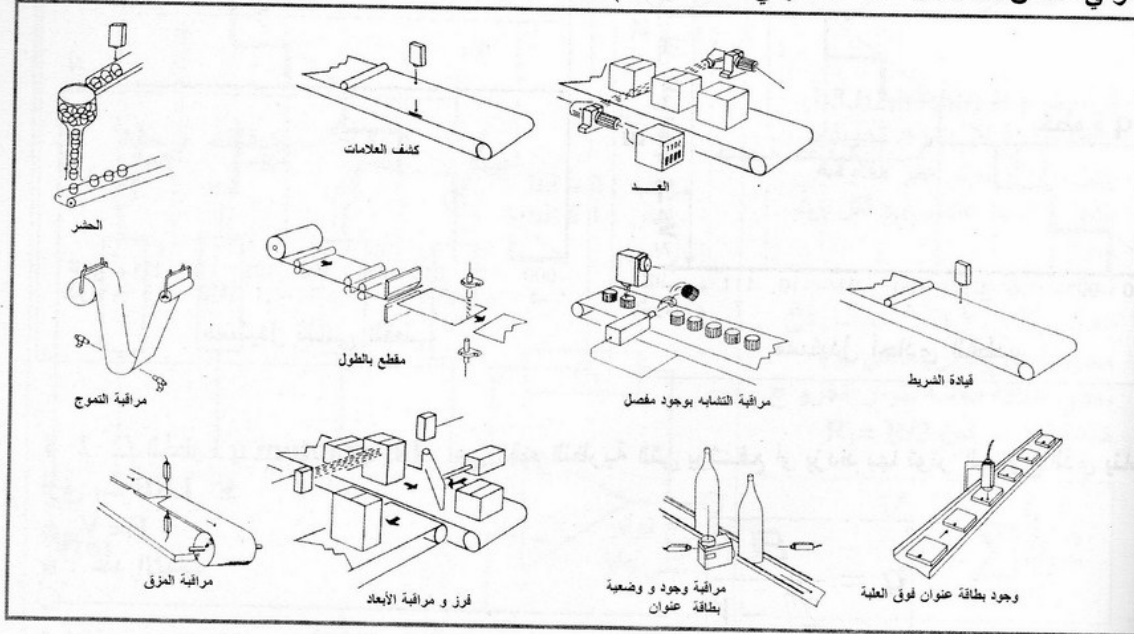
3-3-1/ رمزه :



استعمال الملتقط السعوي

### وضعيات ادماجية :

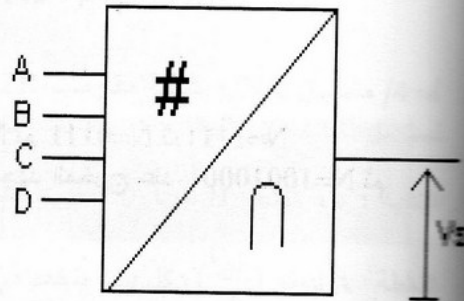
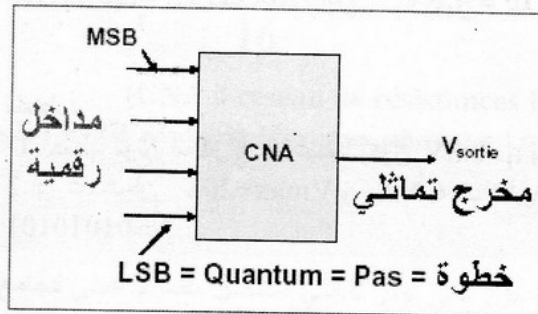
بين نوع الملتقطات المستعملة في الوضعيات التالية :  
(ملتقط جوارى حتى D.P.I - ملتقط جوارى سعوي D.P.C - ملتقط جوارى ضوئي D.P.O - ملتقط ضوئي عاكس D.O.R - ملتقط ضوئي سد D.O.B)



3-2/ مبدأ تشغيل : يكمن في تغيير سعة مكثفة دائرة الهزاز أو المذبذب RC .  
بوجود جسم ناقل بجوار الملتقط تزداد سعة المكثفة مما ينتج عنه تغيير في إهتزاز الدارة RC ، هذا التغيير في السعة له علاقة بالمسافة أو البعد بين الملتقط و الجسم ، أبعاد وثابت العازل للجسم .

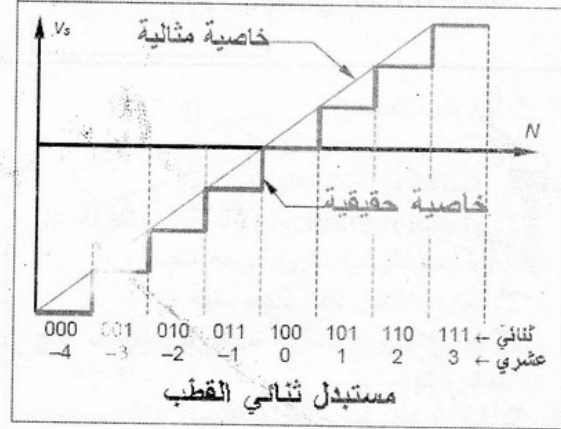
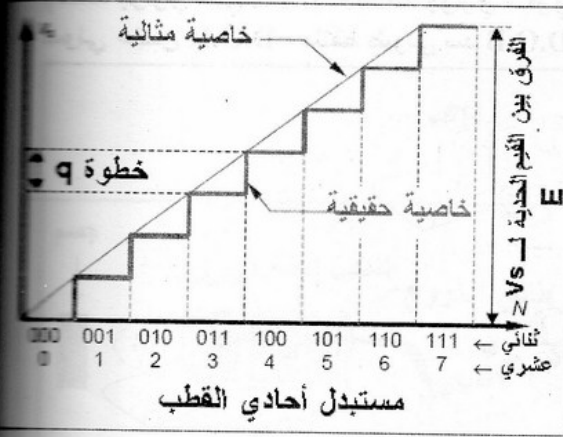
4 ( مستبدل رقمي - تماثلي ( CNA Convertisseur Numérique Analogique )

يسمح مستبدل رقمي تماثلي بتحويل مقدار رقمي  $N$  ( أبيت 0،1 ) في المدخل إلى مقدار تماثلي ( إشارة متواصلة ) في المخرج  $V_s$  .  
رمزه : 1-4/



4-2/ الخصائص الأساسية لمستبدل تماثلي - رقمي :  
4-2-1/ خاصية التحويل : لدينا نوعين من المستبدلات حسب إشارة الخروج  $V_s$   
\* مستبدل أحادي القطب عندما تكون  $0 \leq V_s \leq V_{max}$  .

\* مستبدل ثنائي القطب عندما تكون  $-V_{\max} \leq V_s \leq V_{\max}$



4-2-2/ الخطوة  $q$  Le quantum : هي القيم النظرية التي يرتفع أو يزداد بها توتر الخروج الذي ينشأ

فرق بـ  $\pm \text{LSB}$

$E = V_{\max}$

$n$  : عدد الأبيات

$$q = \frac{E}{2^n - 1}$$

العلاقة بين توتر الخروج  $V_s$  و العدد  $N$  :

$N$  : عدد ثنائي يحول إلى العشري

$$V_s = q \cdot N$$

مثال : توتر خروج لمستبدل رقمي تماثلي CNA ذو 4 أبيات (bits) هو  $V_s = 0.3 \text{ v}$  لما توتر دخول الرقمي يساوي 0001 ، ماهو إذن توتر الخروج  $V_s$  إذا كان الدخول الرقمي 1111 .

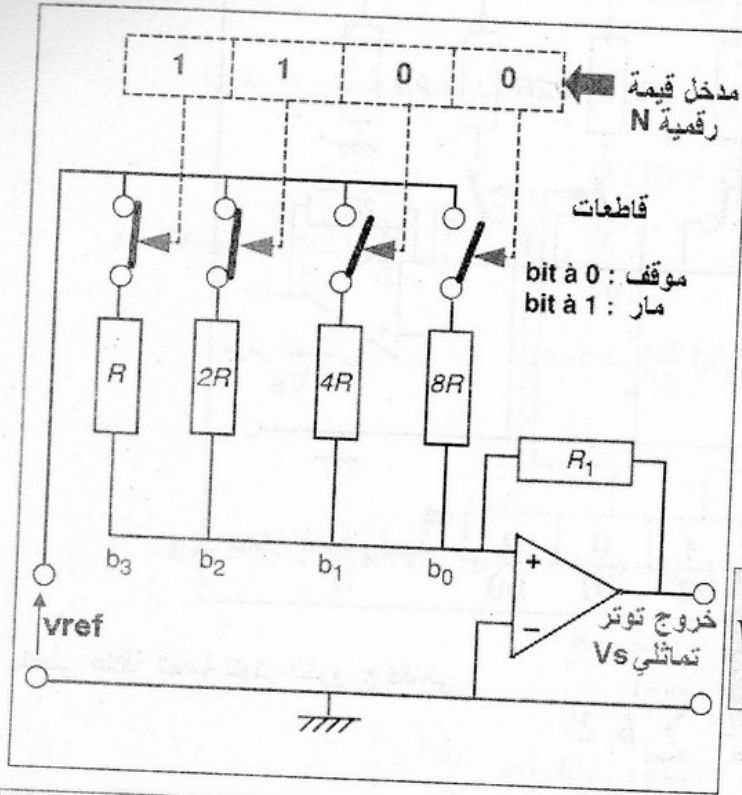
الحل : 0001 يمثل أضعف ثقل الذي يناسب خطوة واحدة أي  $q = 0.3 \text{ v}$   
لكن  $N = (1111)_2 = (15)_{10}$  إذن  $V_s = q(N)_{10} = 0.3 * 15 = 4.5 \text{ v}$

نشاط :

1. أحسب توتر المخرج  $V_s$  عندما يكون  $q = 0.5 \text{ V}$  و  $N = 1001$  ثم  $N = 0111$  ثم  $N = 1111$ .
2. إذا علمت أن  $V_{\max} = 20 \text{ V}$  و CNA بـ 8 أبيات ، أحسب جهد المخرج عند  $N = 10010001$  ثم  $N = 01010101$ .



3-4 / مستبدل CNA بشبكة مقاومات متزنة (CNA à réseau de résistances pondérées):



مبدأ التشغيل :

كل بيت (b3, b2, b1, b0) Bit  
لكلمة ثنائية N المراد تحويلها  
يبدل تيار أو توتر عبر مقاومة  
الذي يتناسب عكسيا مع ثقل بيت  
معين .

نستعمل لجمع التوترات مضخم  
عملي جامع ، و الذي نحصل في  
مخرجه على توتر تماثلي Vs  
تطلي علاقة العامة لتوتر الخروج  
كالتالي : إذا كان  $R_1 = R/2$

$$V_s = -\frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=0}^{n-1} b_i 2^i$$

$$V_s = -\frac{V_{ref}}{16} (b_0 \cdot 2^0 + b_1 \cdot 2^1 + b_2 \cdot 2^2 + b_3 \cdot 2^3)$$

إذا كان n=4 تصبح Vs كالتالي :

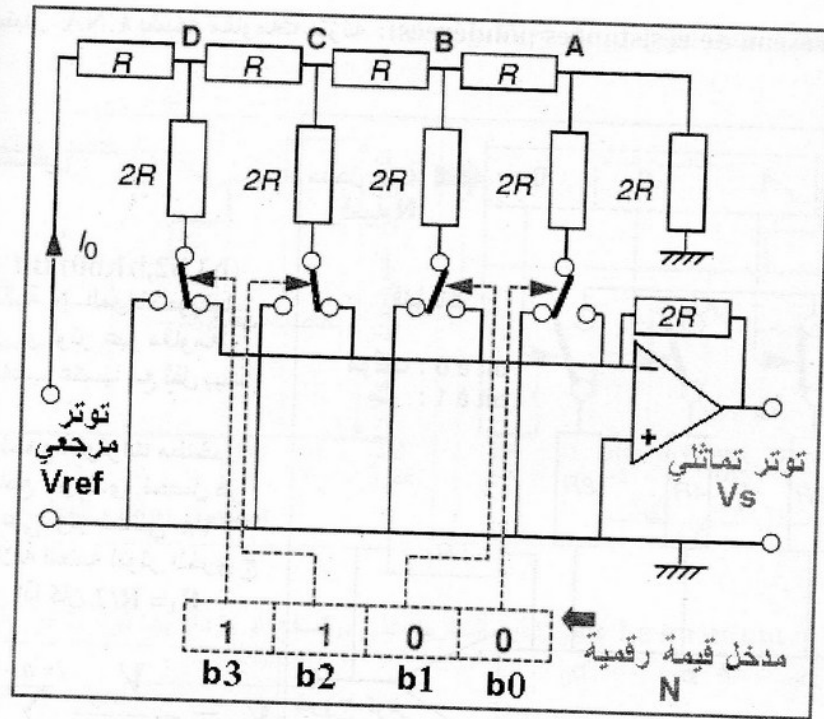
مثال :  $n=4$  ,  $N=1100$  ,  $V_{ref}=10v$  أحسب  $V_s$  .

$$V_s = -\frac{10}{16} (0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3) = -7.5v$$

4-4 / مستبدل CNA بشبكة مقاومات R-2R: (CNA à réseau de résistances R-2R)  
تستعمل فقط قيمتين للمقاومات ، حسب الشكل الموالي يوزع توتر المرجعي  $V_{ref}$  على شبكة R-2R بالقيم

التالية : عند النقطة D لدينا  $(\frac{V_{ref}}{2})$  ، عند النقطة C لدينا  $(\frac{V_{ref}}{4})$  ، عند النقطة B لدينا  $(\frac{V_{ref}}{8})$  ، عند

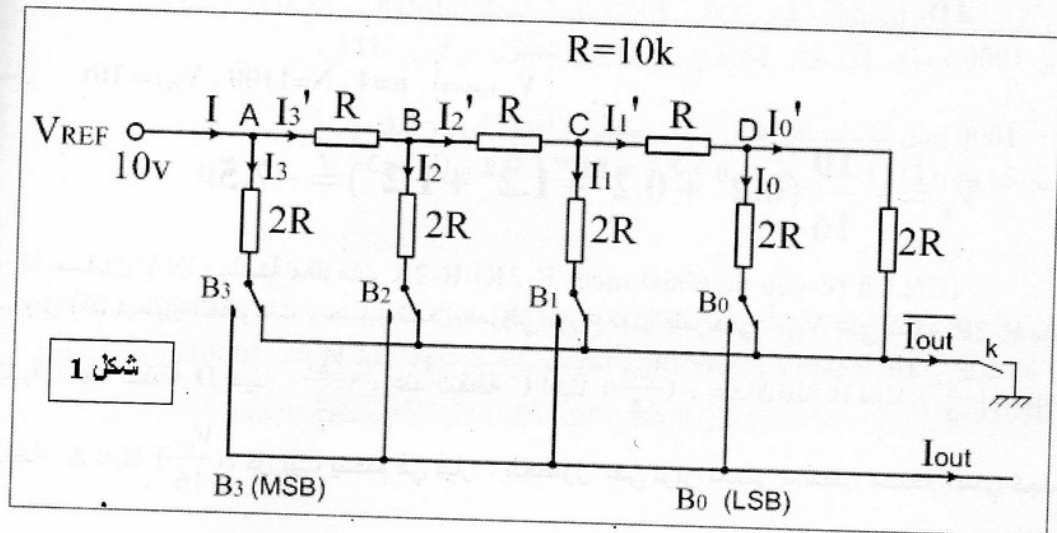
النقطة A لدينا  $(\frac{V_{ref}}{16})$  ، كل بيت يتحكم في تيار . للحصول على توتر تماثلي نستعمل مضخم عملي كجامع .



$$V_s = -\frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=0}^{i=n-1} b_i 2^i$$

تعطى علاقة العامة لتوتر الخروج كالتالي :

نشاط 1 : ليكن التركيب التالي :



يحول المستبدل الترميز الثنائي المطبق في المداخل إلى تيار الذي يتناسب مع هذا الترميز بواسطة مقاومات و قاطعات الناتجة من مقال MOSFET . يجب تحويل التيار إلى توتر بمضخم. الشكل 1 يمثل مبدأ تشغيل مستبدل رقمي-

تمائلي 4 أرقام .

1- حسب حالة المبدلات  $B_0$  إلى  $B_3$  كلها في 0 ما هي قيمة التيار  $I_{out}$  إذا كان  $k$  مغلق؟

2- عين المقاومة المكافئة على يمين النقطة A

3- عبر عن  $I_0 I_1 I_2 I_3$  بدلالة  $R$  و  $V_{REF}$

4- أحسب  $I$  للترميز 1000 ثم 1101

5- بين أن يمكن كتابة التيار على الشكل:

$$I_{out} = \frac{V_{REF}}{R} \left( \frac{B_3}{2} + \frac{B_2}{4} + \frac{B_1}{8} + \frac{B_0}{16} \right)$$

$$I_{out} = \frac{V_{REF}}{2^4 \cdot R} (B_3 \cdot 2^3 + B_2 \cdot 2^2 + B_1 \cdot 2^1 + B_0 \cdot 2^0)$$

الحل :

$$I_{out} = 0 \quad -1$$

2- المقاومة المكافئة هي

$$R_{eq} = R + 2R // (R + 2R // (R + 2R // 2R)) = R = 10k\Omega$$

3- نلاحظ أن التيار  $I$  يمر في المقاومة المكافئة  $R_{eq}$

$$I = \frac{V_{REF}}{R}$$

على يمين النقطة A  $R_{eq} = R$  إذن  $I_3 = I'_3$  و  $I = I_3 + I'_3$   $I_3 = \frac{I}{2} = \frac{V_{REF}}{2R}$

نفس التفكير و نجد  $I_2 = I'_2 = \frac{I'_3}{2} = \frac{V_{REF}}{4R}$   $I_1 = I'_1 = \frac{I'_2}{2} = \frac{V_{REF}}{8R}$   $I_0 = I'_0 = \frac{I'_1}{2} = \frac{V_{REF}}{16R}$

4- للترميز 1000 نجد سوى المبدل  $B_3$  مغلق  $I_{out} = I_3 = \frac{V_{REF}}{2R}$

للترميز 1101 نجد  $B_3 B_2 B_0$  مغلقة  $I_{out} = I_3 + I_2 + I_0 = \frac{V_{REF}}{2R} + \frac{V_{REF}}{4R} + \frac{V_{REF}}{16R} = 13 \frac{V_{REF}}{16R}$

5- عندما تكون المبدلات كلها في المستوى المنطقي '1' التيارات  $I_3 I_2 I_1 I_0$  تصبح في المخرج  $I_{out}$

إذن  $I_{out} = B_3 \cdot I_3 + B_2 \cdot I_2 + B_1 \cdot I_1 + B_0 \cdot I_0$  نعوض كل تيار بقيمته و نجد

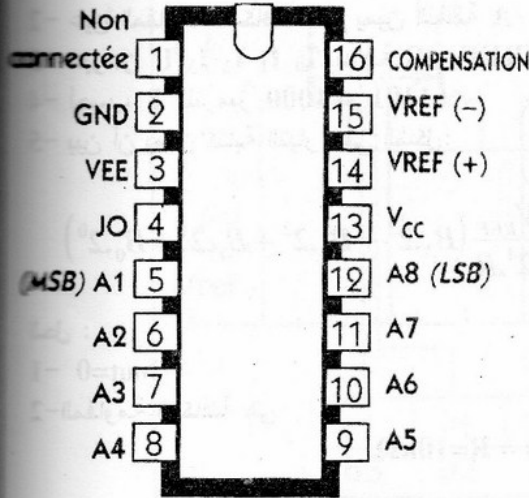
$$I_{out} = \frac{V_{REF}}{R} \left( \frac{B_3}{2} + \frac{B_2}{4} + \frac{B_1}{8} + \frac{B_0}{16} \right)$$

$$= \frac{V_{REF}}{16R} (8 \cdot B_3 + 4 \cdot B_2 + 2 \cdot B_1 + 1 \cdot B_0) = \frac{V_{REF}}{2^4 \cdot R} (B_3 \cdot 2^3 + B_2 \cdot 2^2 + B_1 \cdot 2^1 + B_0 \cdot 2^0)$$

(DAC 0808 à 8bits)

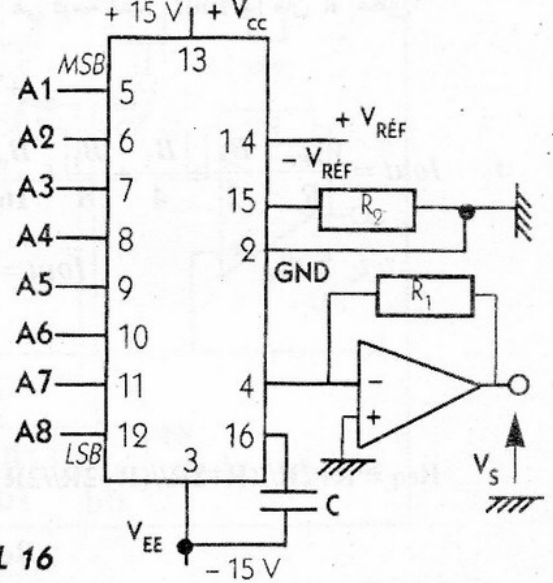
نشاط 2 : استعمال الدارة المدمجة لمستبدل رقمي تماثلي بـ 8 ألياف

### الربط



Boîtier DIL 16

### التطبيق



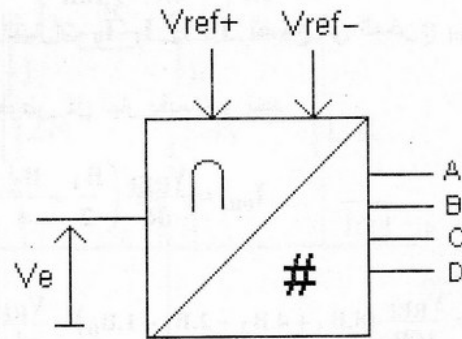
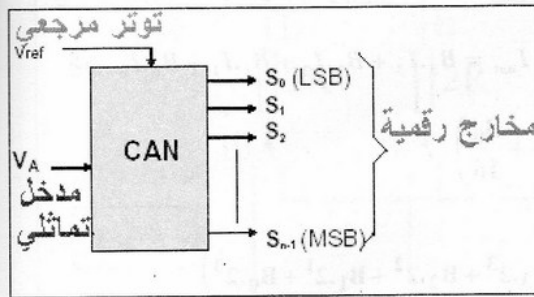
مثال : ( مضخم ) LM361 ;  $C = 0.1\mu F$  ;  $R1 = 5M\Omega$  ;  $R2 = 5k\Omega$  ;  $V_{EE} = -15V$  ;  $V_{cc} = +5V$  ;  $V_s = 10V$

مداخل رقمية : ( A1 à A8 )

( 5 ) مستبدل تماثلي - رقمي ( CAN Convertisseur Analogique Numérique )

يسمح مستبدل تماثلي رقمي بتحويل إشارة كهربائية متواصلة مع الزمن  $V_A$  إلى قيم رقمية  $N$  تتناسب مع قيمة الإشارة الكهربائية .

رمزه : 1-5

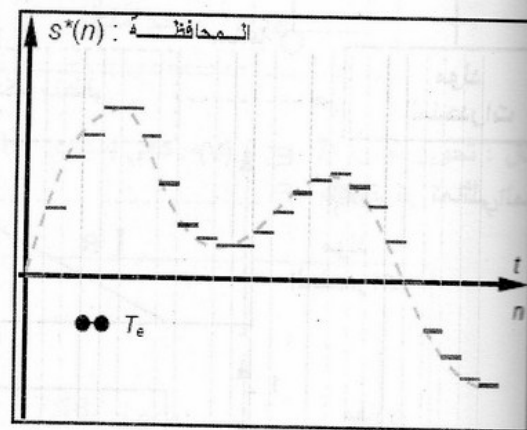
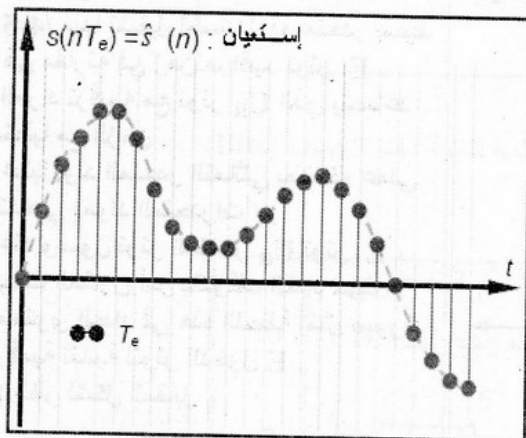
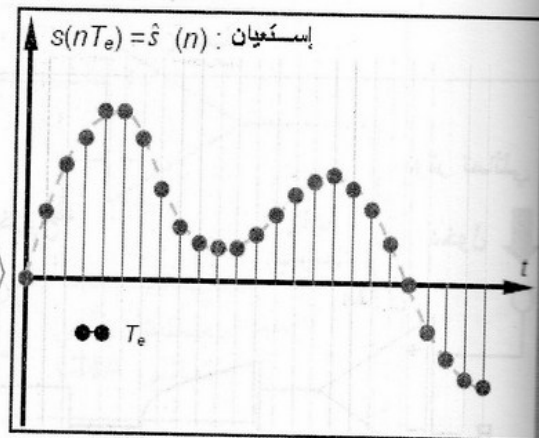
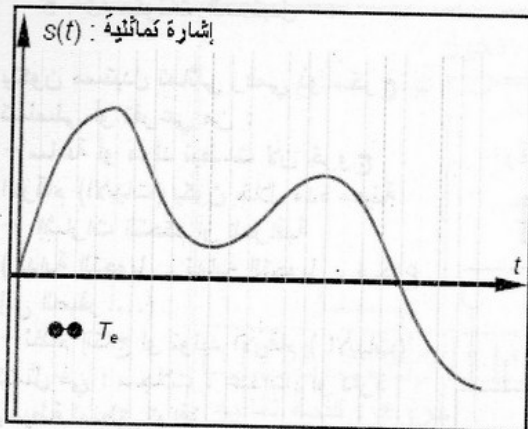


2-5 / مراحل التحويل :

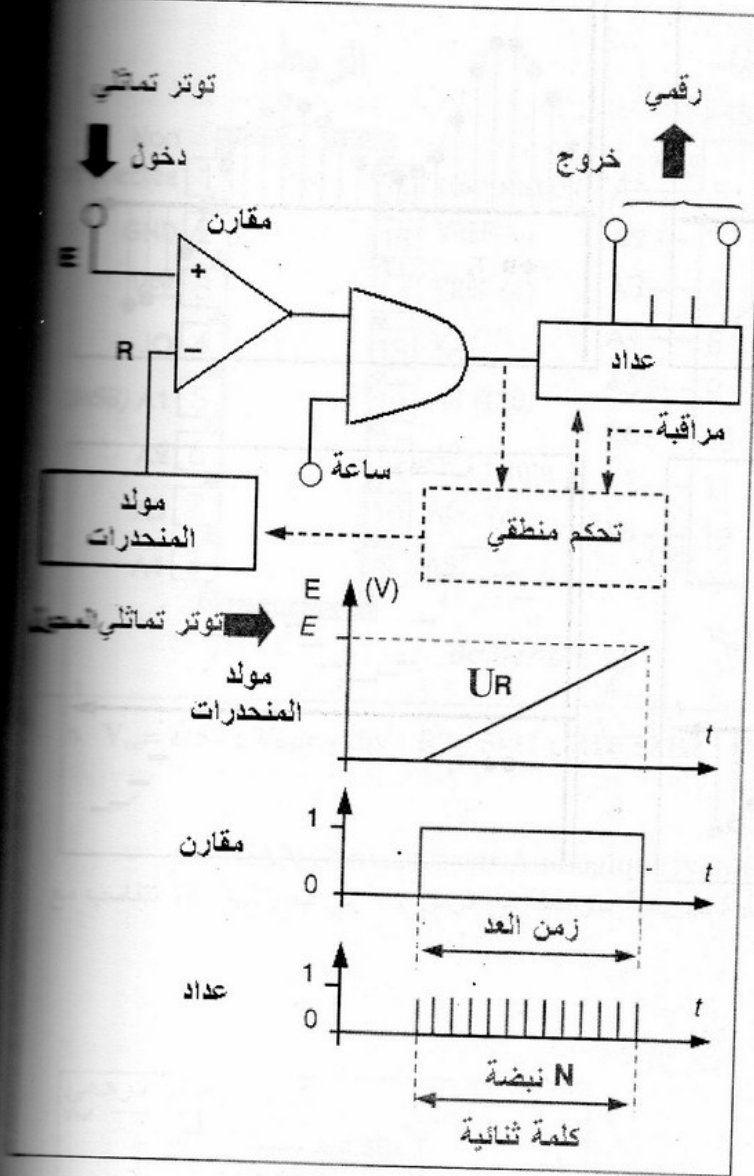
تتم عملية ترقيم إشارة تماثلية بالمراحل التالية :

- تحديد قيم منفصلة مع الزمن للإشارة التماثلية (échantillonnage)
- محافظة (Blocage) ، ثم الترميز القيم إلى عدد ثنائي .





### 5-3/ مكونات المستبدل :



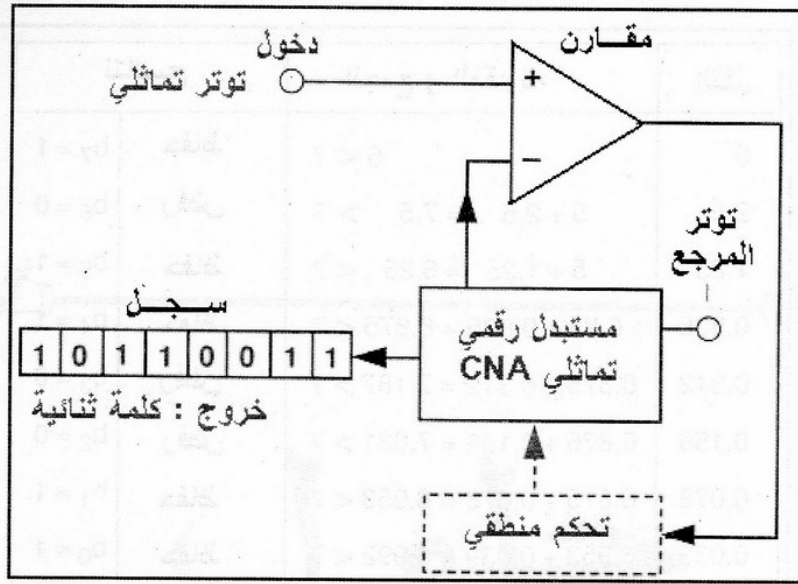
- يتكون مستبدل تماثلي رقمي ذو مخرج تسلسلي أو تفرعي من :
- ساعة أو مولد نبضات لأن خروج الأرقام (الآليات) يكون خلال مدة معينة.
- إشارات التحكم أو المراقبة ( بداية التحويل ، نهاية التحويل ، إرجاع إلى الصفر.... )
- نظام إنتاج أو توليد الأرقام ( الآليات ) تتمثل في : سجلات ، عدادات ، أو دائرة بسيطة لمنطق توافقي .
- مولد المنحدرات
- مقارن

### 4-5/ مبدأ تشغيل لمستبدل ذو منحدر بسيط

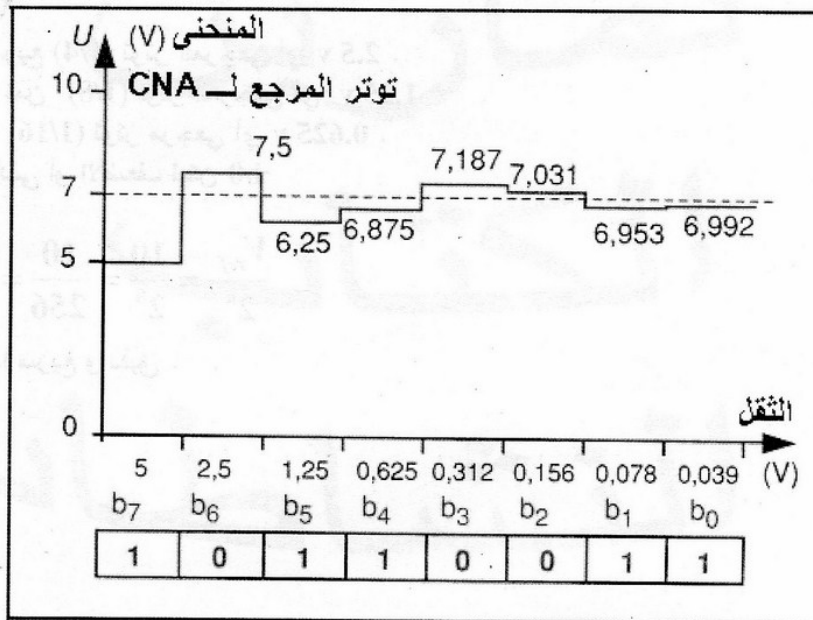
هي مقارنة في زمن مراقب توتر  $E$  المراد توقيمه مع توتر  $U_R$  الذي يتصاعد خطياً مع الزمن .  
غالباً يولد المنحدر التماثلي بمضخم عملي تكاملي (مولد المنحدرات) .  
عند وصول توتر المنحدر  $U_R$  توتر  $E$  ، يبعث المقارن أمر بالتوقف العداد حيث محتوى العداد في هذه اللحظة يمثل صورة رقمية ثنائية لتوتر الدخول  $E$  .  
( أنظر لشكل المقابل )

### 5-5/ مستبدل تماثلي رقمي تتابع تقاربي (CAN à approximations successives)

نطبق في مدخل المقارن توتر  $E$  تماثلي المراد تحويله والذي نقارنه بتوترات مرجعية متتابعة كأن نزن سلعة في ميزان باختيار ثقل متتابع ثم نجمع للحصول على الوزن .  
كل بيت مخصص لثقل حفظ يعتبر حالة منطقية 1  
تجمع في الأخير كل الأبيات على حسب الحالات 0 أو 1 للحصول على كلمة ثنائية و التي تمثل عبارة الرقمية للقيمة تماثلية  $E$  .



مثال : تحويل توتر 7v مع توتر مرجعي يساوي 10v و كلمة ثنائية ذات 8 أبيت (Bits)



\* حساب تقاربي متتابع

الثقل	الجمع و المقارنة	نتائج
5	$5 < 7$	حفاظ $b_7 = 1$
2,5	$5 + 2,5 = 7,5 > 7$	رفض $b_6 = 0$
1,25	$5 + 1,25 = 6,25 < 7$	حفاظ $b_5 = 1$
0,625	$6,25 + 0,625 = 6,875 < 7$	حفاظ $b_4 = 1$
0,312	$6,875 + 0,312 = 7,187 > 7$	رفض $b_3 = 0$
0,156	$6,875 + 0,156 = 7,031 > 7$	رفض $b_2 = 0$
0,078	$6,875 + 0,078 = 6,953 < 7$	حفاظ $b_1 = 1$
0,039	$6,953 + 0,039 = 6,992 < 7$	حفاظ $b_0 = 1$

توتر الدخول 7v ، توتر مرجعي المطبق على المستبدل الرقمي - تماثلي  $V_{ref} = 10\text{ v}$  .  
 الثقل الأول المطبق على مدخل 1 للمقارن هو 7v و نطبق في المدخل 2 للمقارن 5v أي نصف توتر المرجعي  
 $V_{ref}/2 = 10/2$

- الثقل الثاني هو ربع (1/4) توتر المرجعي أي 2.5 v .
- الثقل الثالث هو ثمن (1/8) توتر المرجعي أي 1.25 v .
- الثقل الرابع هو (1/16) توتر مرجعي أي 0.625 v .
- إلى حد الثقل الأدنى أو الأضعف ليكن  $b_0$

$$\frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{10}{2^8} = \frac{10}{256} = 0.039\text{v}$$

مبدأ التحويل هذا سريع و دقيق .



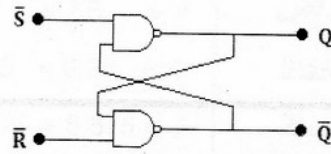
# حلول تمارين الكتاب والنشاطات

# المنطق التعاقبي

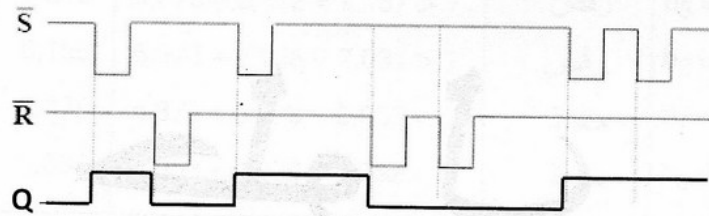
1

نشاط 01 ص 8 :

- التصميم المنطقي للقلاب RS :

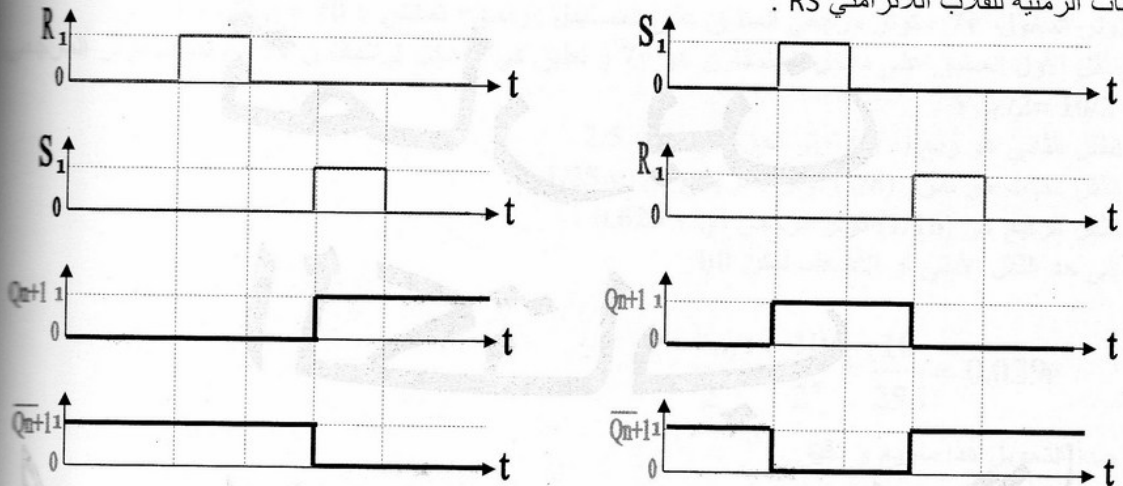


- المخطط الزمني :



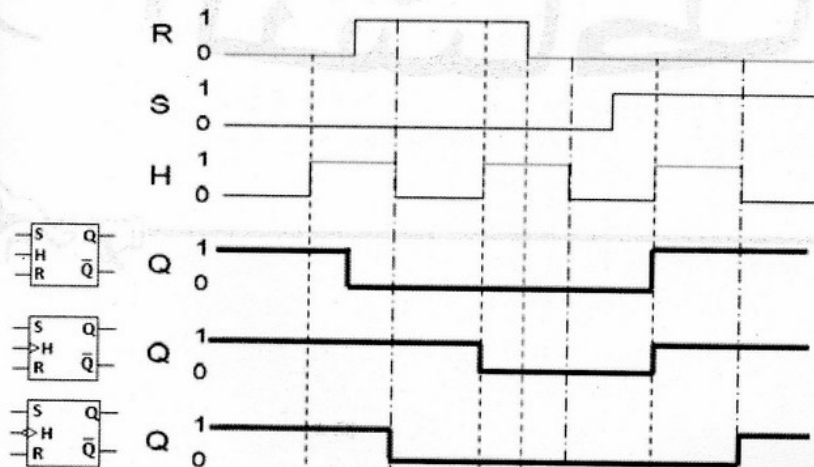
نشاط 02 ص 8 :

البيانات الزمنية للقلاب اللاتزامني RS :

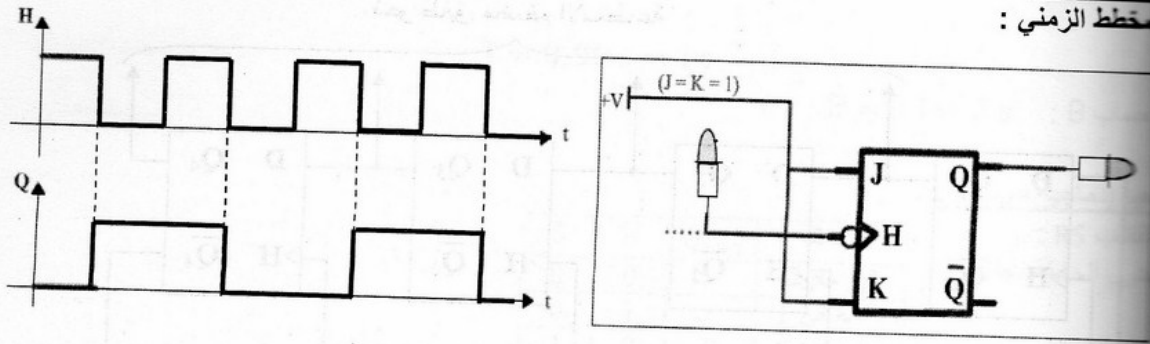


نشاط ص 11 :

المخططات الزمنية :



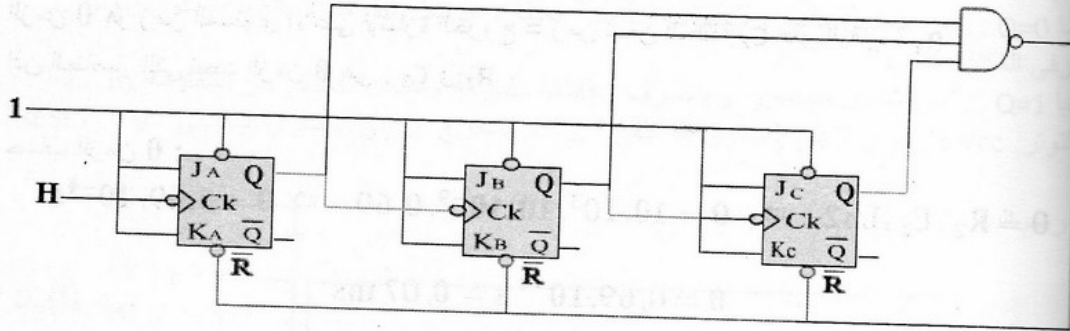
خط ص 13 :  
المخطط الزمني :



تصميم عبارة عن قلاب JK يعمل كقلاب T ( عند كل نبضة يعكس الحالة السابقة )

خط ص 01 : 19 :

تصميم العداد ترديد 7 باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة :



خط ص 26 :

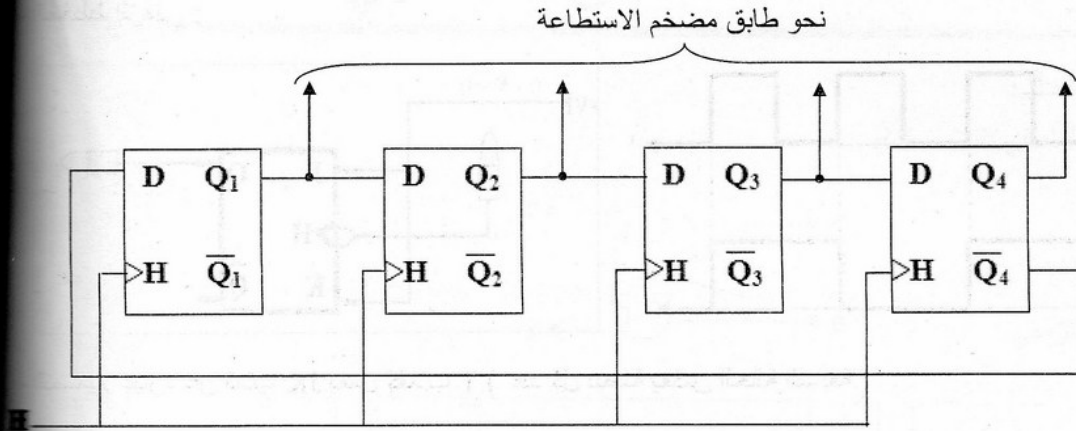
- 1- عدد الأقطاب : 2 ( p=1 )
- 2- نوع التغذية : ثنائي الاتجاه ( K<sub>1</sub>=2 )
- 3- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة : N=m.p.K<sub>1</sub>.K<sub>2</sub> = 4.1.2.1 = 8 pas/tr
- 4- نوع التبديل : متناظر ( K<sub>2</sub>=1 )
- 5- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

7- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج السجل				الأطوار المحرزة				حالات المقاحل			
	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
1	0	0	0	0	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	محصور
2	1	0	0	0	1	1	1	1	مشبع	محصور	محصور	محصور
3	1	1	0	0	1	1	1	1	مشبع	مشبع	محصور	محصور
4	1	1	1	0	1	1	1	1	مشبع	مشبع	مشبع	محصور
5	1	1	1	1	1	1	1	1	مشبع	مشبع	مشبع	مشبع
6	0	1	1	1	1	1	1	1	محصور	مشبع	مشبع	مشبع
7	0	0	1	1	1	1	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
8	0	0	0	1	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	مشبع

- ربط السجل :



**نشاط ص 31 :**

1- العناصر التي تحدد الزمن  $\theta$  :

الزمن  $\theta$  هو زمن المستوى الأعلى لإشارة الخروج = زمن شحن المكثفة  $C_2$  عبر المقاومة  $R_2$   
 إذن العناصر التي تحدد الزمن  $\theta$  هي :  $R_2$  و  $C_2$

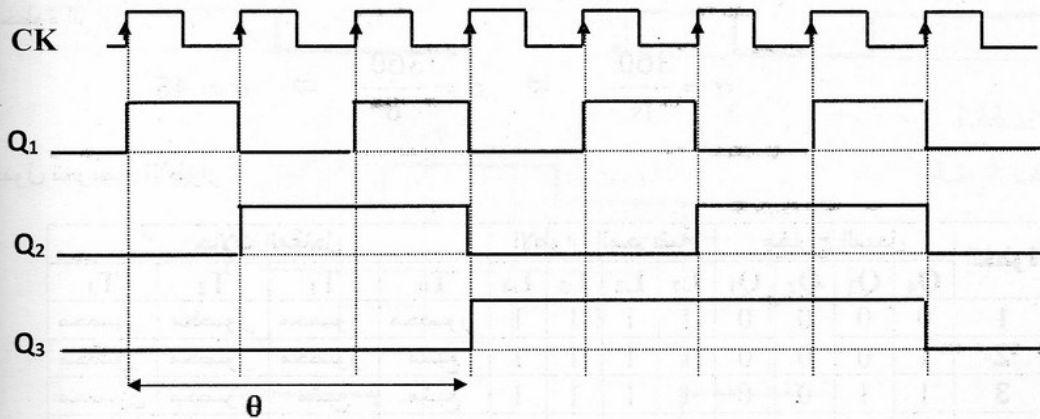
2- حساب الزمن  $\theta$  :

$$\theta = R_2 \cdot C_2 \cdot \ln 2 \Rightarrow \theta = 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 0,69 \Rightarrow \theta = 0,69 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\theta = 0,69 \cdot 10^{-4} \text{ s} \simeq 0,07 \text{ ms}$$

**نشاط ص 33 :**

1- المخطط الزمني :



2- زمن التأجيل :

من المخطط الزمني :  $\theta = 3 \cdot T$

- حساب الدور  $T$  لإشارة الساعة :



$$T = (R_1 + 2R_2) \cdot C \cdot \ln 2 = (50 + 50) \cdot 10^3 \cdot 14,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,69$$

$$T = 0,99 \text{ s} = 1 \text{ s}$$

$$\theta = 3.1 = 3 \text{ s} \quad \text{حساب } \theta$$

### بضعة إدماجية ص 34 :

لقلاب RS :

حول الحقيقة للقلاب :

ملاحظة	$\bar{S}$	$\bar{R}$	$Q_{n+1}$
غير معرف	0	0	$\times$
وضع في 1	0	1	1
وضع في 0	1	0	0
احتفاظ	1	1	$Q_n$

• تارة القلاب أحادي الاستقرار :

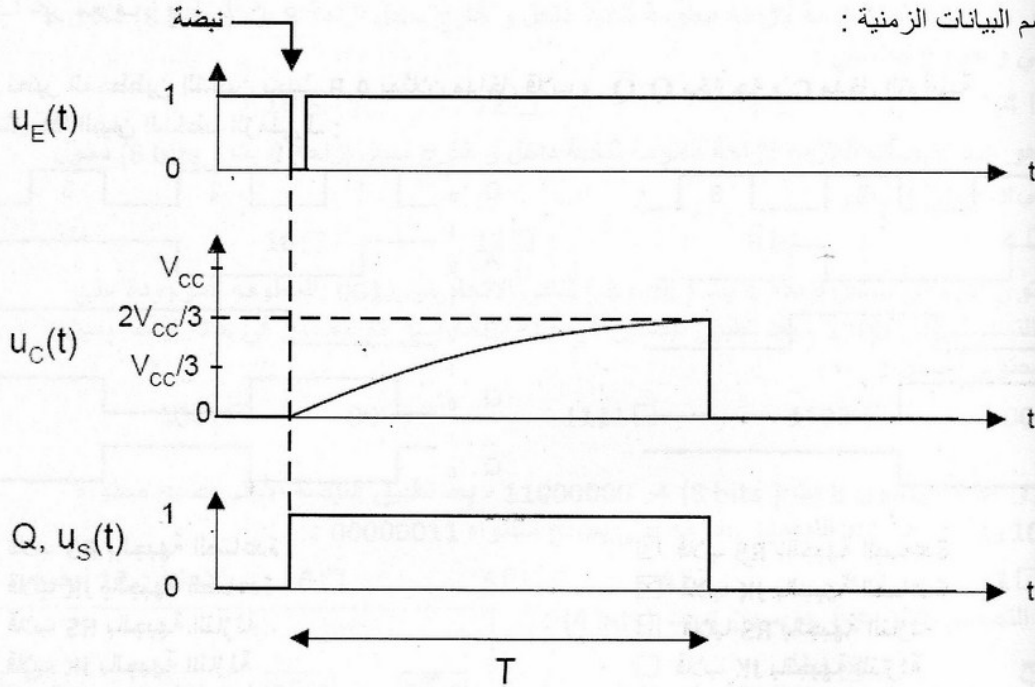
• الدراسة النظرية :

• مبدأ التشغيل :

- عندما  $Q=0$  : يكون المقفل مشبع و يتصرف كقاطعة مغلقة ، يوصل الطرف 7 بالكتلة ويكون التوتر عن طرفي المكثفة معدوم .

- عندما  $Q=1$  : يكون المقفل محصور و يتصرف كقاطعة مفتوحة ، تشحن المكثفة عبر المقاومة  $R_A$  ، لما يصل التوتر  $2/3 V_{CC}$  يمر R إلى المستوى المنطقي " 1 " و المخرج Q إلى المستوى المنطقي " 0 " (RESET)

• رسم البيانات الزمنية :



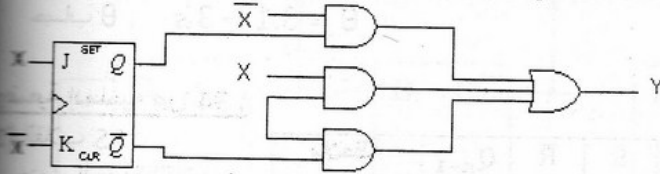
• زمن التأجيل :

- العناصر التي تضبط زمن التأجيل " T " هي : المقاومة  $R_A$  و المكثفة C

$$T = R_A \cdot C \cdot \ln 3 = 1,1 \cdot R_A \cdot C \quad \text{عبرة زمن التأجيل " T "}$$

## اختبر معلوماتك

1/ ليكن التصميم التالي : إذا وضعنا X في المستوى المنطقي "1" . بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Y :

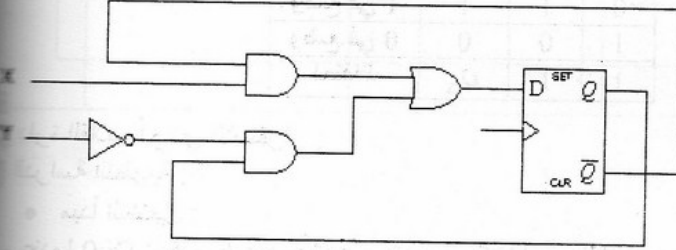


☒ في المستوى المنطقي الأعلى "1"

☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"

☐ غير معرف

2/ ليكن التصميم التالي و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي "1" و Y في المستوى المنطقي "0" .



بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Q :

☒ في المستوى المنطقي الأعلى "1"

☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"

☐ غير معرف

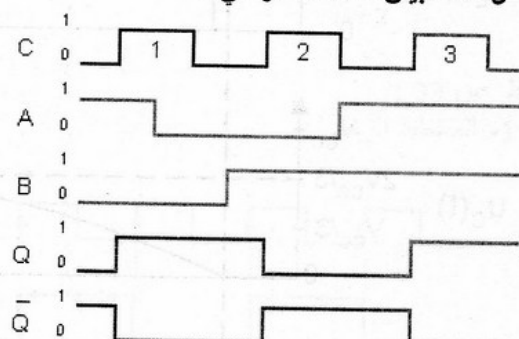
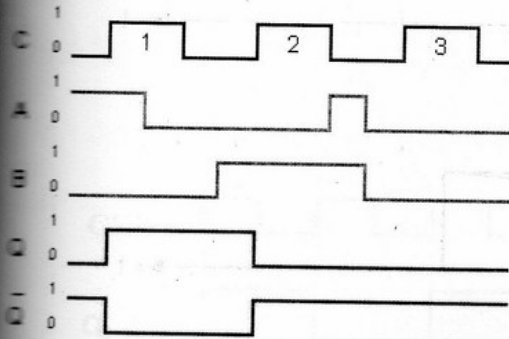
3/ نعتبر التركيب السابق و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي "0" و Y في المستوى المنطقي "1" . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصبح Q :

☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"

☒ في المستوى المنطقي الأسفل "0"

☐ غير معرف

4/ نعتبر المخططين التاليين بحيث A, B يمثلان مداخل قلاب و Q, Q-bar مخرجه و C مدخل التوقيتية . يمثل هذا البيان المخطط الزمني لـ :



☒ قلاب RS بالجهة الصاعدة

☒ قلاب JK بالجهة الصاعدة

☐ قلاب RS بالجهة النازلة

☐ قلاب JK بالجهة النازلة

☐ قلاب RS بالجهة الصاعدة

☒ قلاب JK بالجهة الصاعدة

☐ قلاب RS بالجهة النازلة

☐ قلاب JK بالجهة النازلة

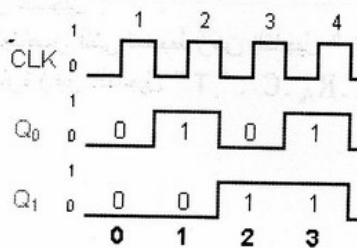
5/ يمثل هذا البيان المخطط الزمني لعداد تردد 2 بحيث :

Q<sub>0</sub> هو المخرج LSB و Q<sub>1</sub> المخرج MSB

و CLK مدخل التوقيتية .

☒ خطأ

☐ صحيح



خطأ ☐

صحيح ☒

16/ عداد قاسم على 4 هو عداد تردد 4 :

17/ عداد ثنائي تصاعدي - تنازلي (up-down) 3 بت (3 bits) يشغل في النمط التنازلي و موضوع في حالة 000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

010 ☐ 011 ☐ 111 ☐ 110 ☐ 101 ☒

18/ عداد ثنائي تصاعدي - تنازلي (up-down) 4 بت (4 bits) يشغل في النمط التصاعدي و موضوع في حالة 1101 . بعد 4 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

1010 ☐ 1001 ☐ 0001 ☒ 0000 ☐ 1111 ☐

19/ عداد عشري هو :

عداد قاسم على 10 ☒

عداد تردد 10 ☒

عداد 10 بت ☐

عداد تصاعدي-تنازلي ☐

عداد ب 10 حالات ☒

10/ الحالة الحالية لعداد عشري هي 1000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية تصبح حالة العداد :

1000 ☐ 1001 ☐ 1010 ☐ 1011 ☐ 0001 ☒

11/ المخرج لسجل إزاحة يمين 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي مربوط بمدخله . يحمل السجل المعلومة الثنائية 11000011 ، بعد 4 نبضات لإشارة التزامن يصبح محتواه :

11000011 ☐ 00001100 ☐ 00111100 ☒ 00001111 ☐ 11110000 ☐

12/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي :

4 ☐ 8 ☐ 12 ☐ 16 ☒

13/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تفرعي :

4 ☐ 8 ☒ 12 ☐ 16 ☐

14/ المحتوى الابتدائي لسجل إزاحة 4 بت (4 bits) ثنائي الاتجاه هو 0011 . المعلومة الموجودة على المدخل التسلسلي هي 1100 ، بعد تطبيق نبضتين في حالة إزاحة يسار ثم نبضتين في حالة إزاحة يمين يصبح محتوى السجل :

0011 ☒ 1100 ☐ 1111 ☐ 0000 ☐ 1001 ☐

15/ محتوى عداد جونسون 8 بت (8 bits) هو 11000000 ، بعد تطبيق النبضة الأولى أصبح محتواه 11100000 . ما هو عدد النبضات اللازمة حتى يصبح محتواه 00000011 :

2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ الإجابة : 12 نبضة

16/ يمثل التصميم التالي عداد جونسون 4 بت (4 bits) :

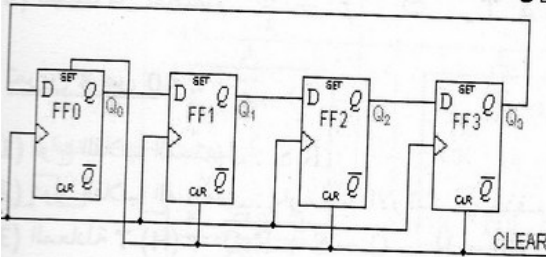
خطأ ☒

صحيح ☐

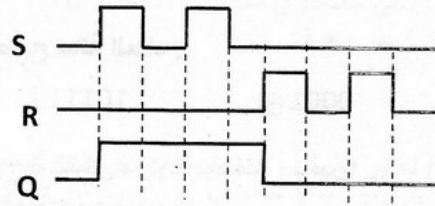
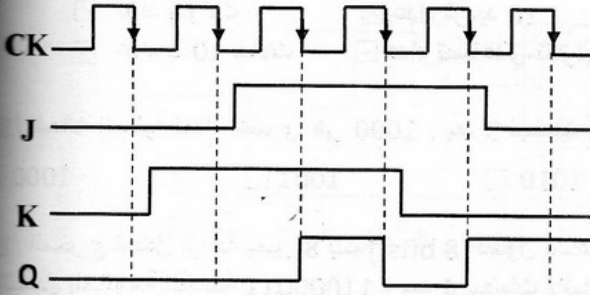
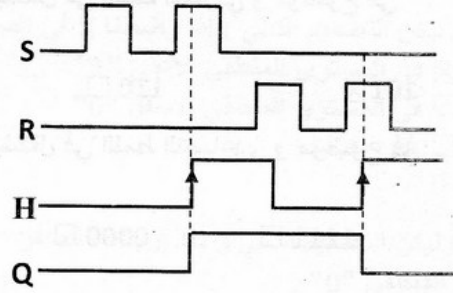
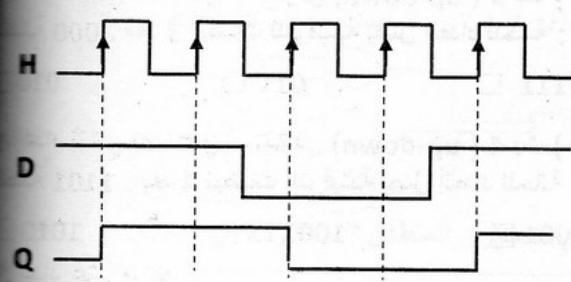
17/ يمكن استعمال سجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تفرعي كسجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تسلسلي و ذلك بأخذ المخرج التسلسلي من القلاب LSB .

خطأ ☐

صحيح ☒

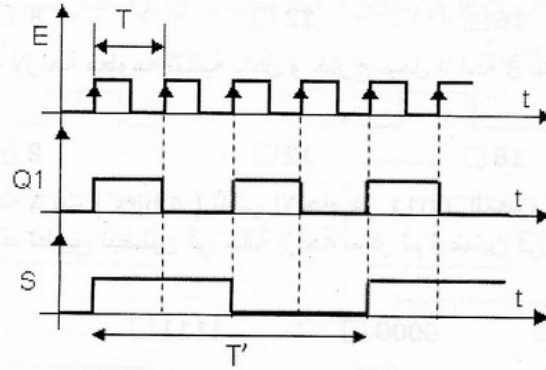


تمرين 01 ص 40 : رسم المخرج Q للقلابات التالية



تمرين 02 ص 40 :

(1) المخطط الزمني للمخارج  $Q_1$  و S :



(2) حساب الدور  $T'$  :  $T' = 4.T$

(3) الهدف من التصميم :  $f' = \frac{f}{4} \Rightarrow T' = 4.T$  التصميم عبارة عن قاسم التواتر على 4

تمرين 3 ص 40 :

(1) نوع القلاب المستعمل :  $\bar{R}\bar{S}$

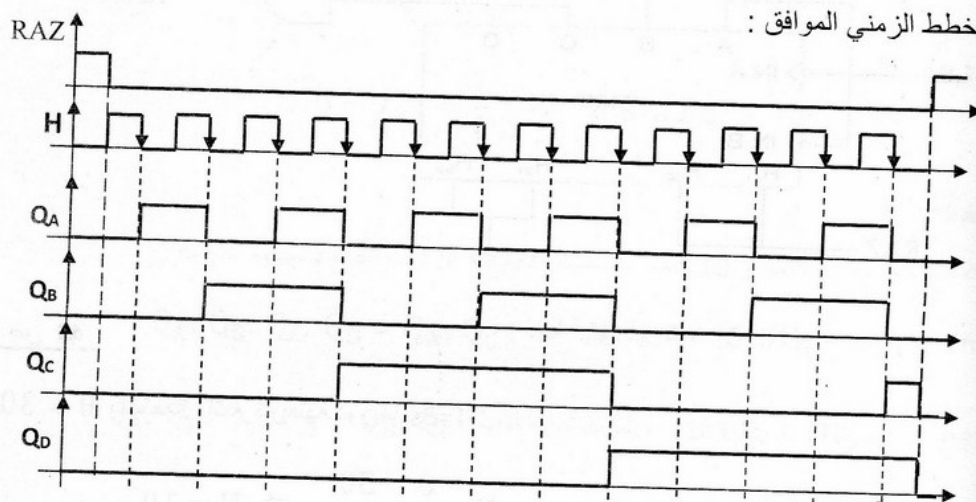
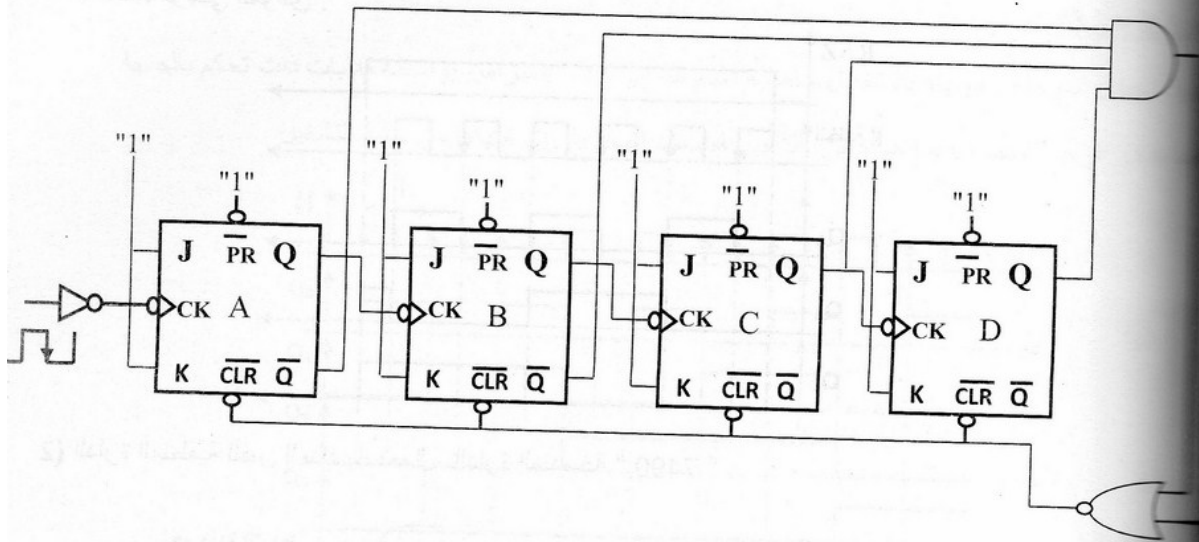
(2) دور القلاب المستعمل : دائرة ضد الارتداد أي حذف الارتدادات الناتجة عن الملمس K

(3) المعادلة T (H) :  $T = H = \bar{Q} = \bar{S} + R.Q$

(4) المعادلة R :  $R = RAZ + \bar{Q}_A \bar{Q}_B Q_C Q_D$

(5) رسم دائرة العداد باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة :

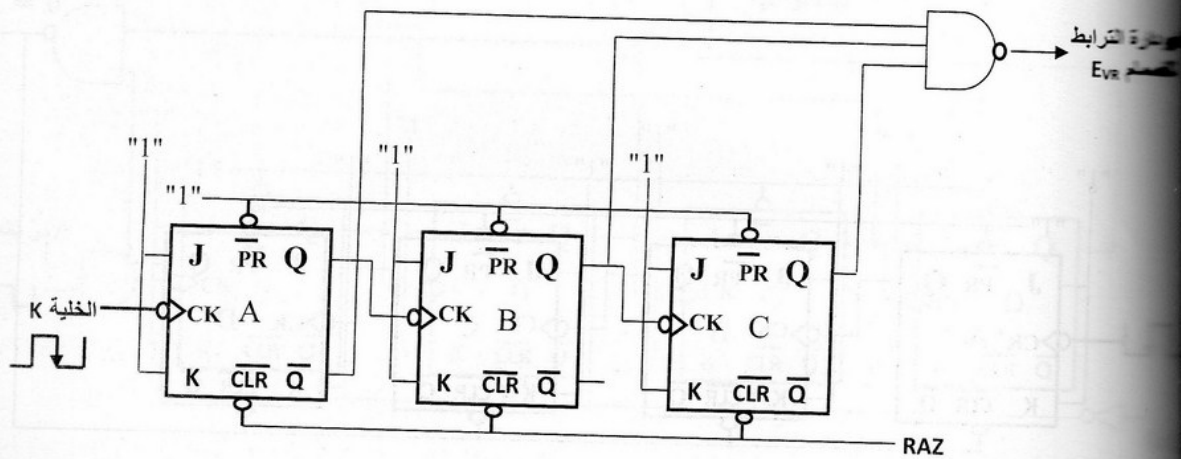




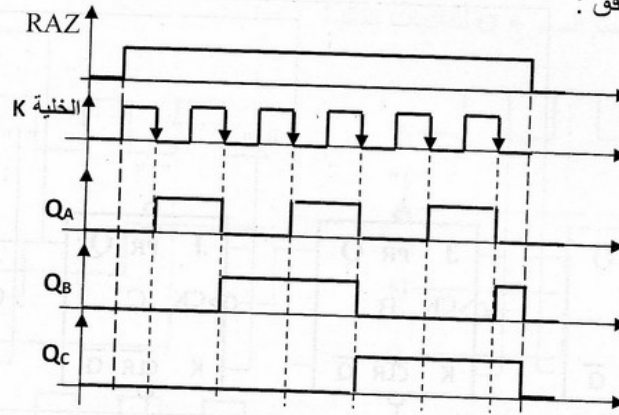
رسم المخطط الزمني الموافق :

تعرين 4 ص 41 :

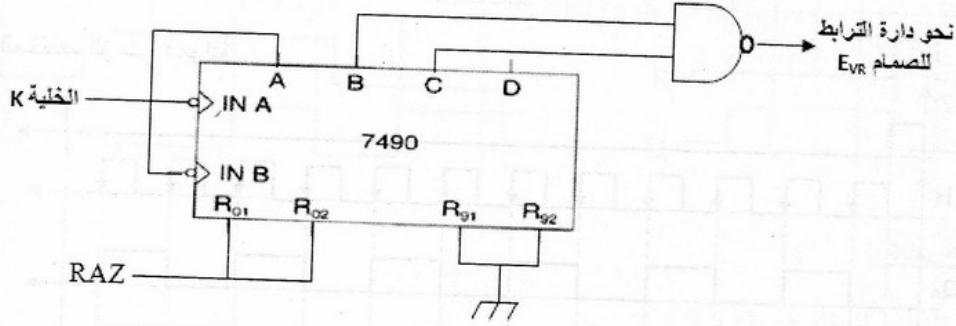
(1) - الدارة المنطقية لعداد لامتزامن تردد 6 باستعمال قلابات JK "74112" (تحكم بالجبهة النازلة) :



- المخطط الزمني الموافق :



(2) الدارة المنطقية لنفس العداد باستعمال الدارة المدمجة " 7490 " :

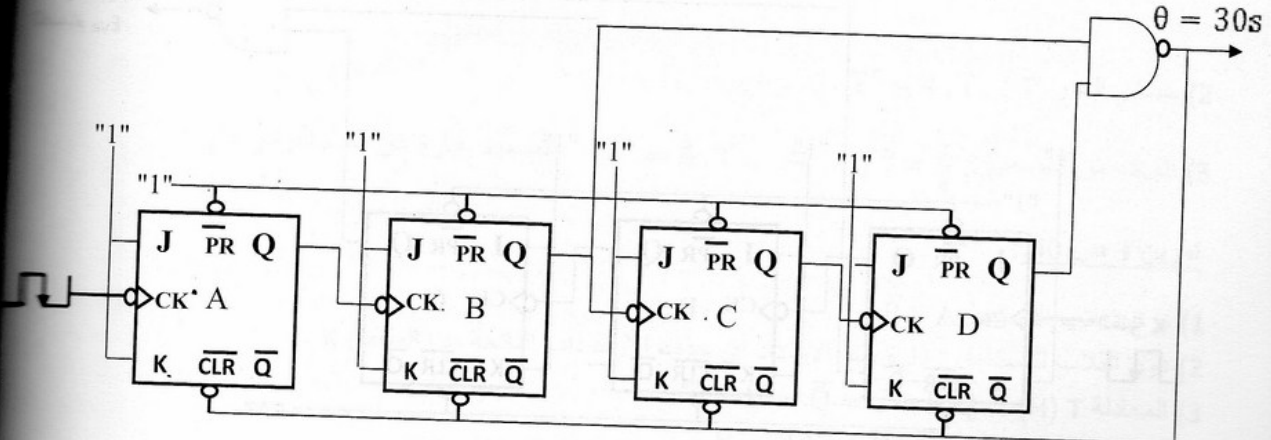


تمرين 5 ص 41 :

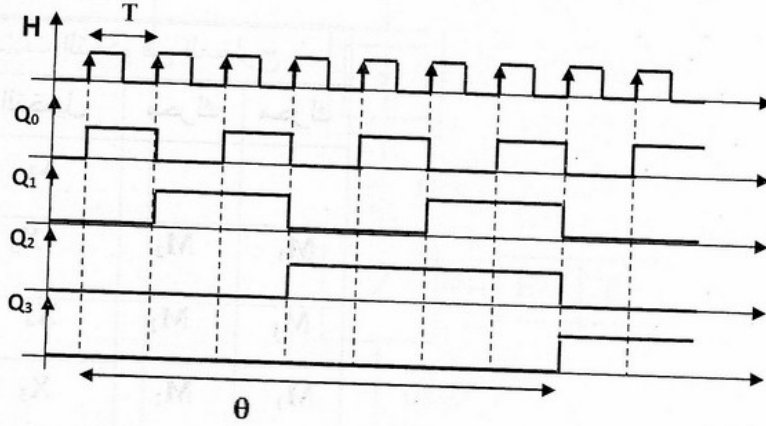
موجة  $\theta = 30s$  باستعمال إشارة زمنية دورها  $T=3s$  :

$$\theta = 30s, T = 3s \Rightarrow N = \frac{\theta}{T} = \frac{30}{3} \Rightarrow N = 10$$

تركيب الموجة بعدد تردد 10 باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة :



مبدأ تشغيل المؤجلة : مؤجلة باستغلال خاصية قاسم التواتر لعداد لامترامن بواسطة قلابات ذات تحكم بالجبهة المساعدة و الزمن المطلوب هنا هو زمن التأجيل لصعود المخرج  $Q_3$  ابتداء من بداية التشغيل



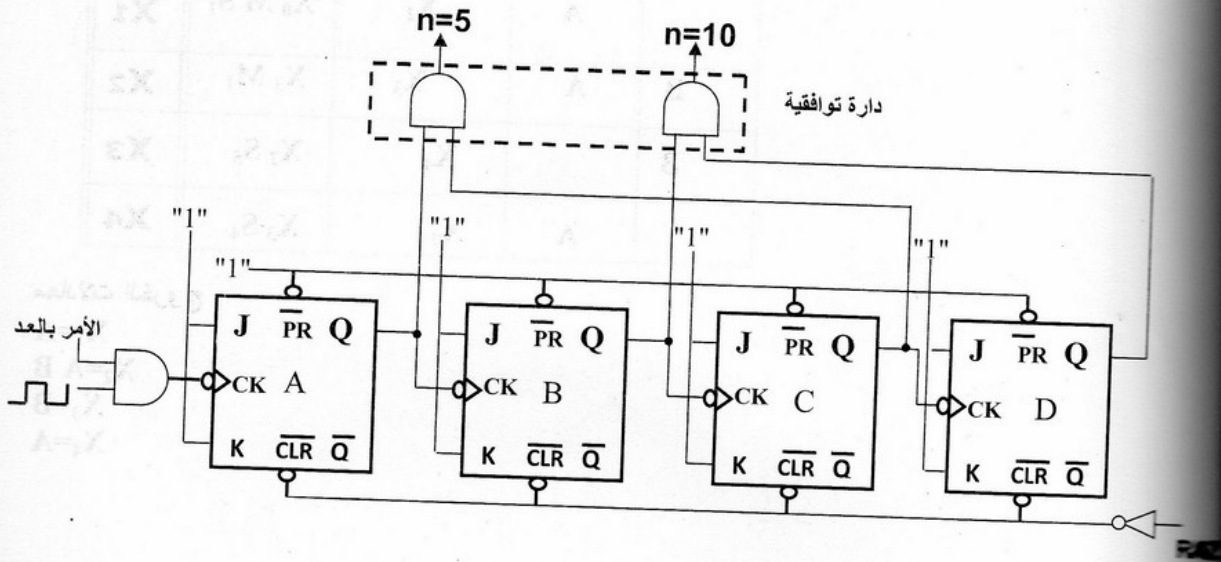
من البيان الزمني نجد :

$$\theta = 7 \cdot T = \frac{7}{f} \Rightarrow \theta = 3,5 \text{ s}$$

تصميم العداد الموافق لعد 5 و 10 علب باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة :

•  $n=5$  :  $(0101)_2 = (5)_{10}$  ، شرط نهاية العد :  $Q_A \cdot \bar{Q}_B \cdot Q_C \cdot \bar{Q}_D = Q_A \cdot Q_C$

•  $n=10$  :  $(1010)_2 = (10)_{10}$  ، شرط نهاية العد :  $\bar{Q}_A \cdot Q_B \cdot \bar{Q}_C \cdot Q_D = Q_B \cdot Q_D$



## وظيفة التحكم

2

نشاط 01 ص 64

معادلات التحكم في المخارج				المراحل
محرك	محرك	التخميل	التنشيط	
		$X_2$	$X_4 a$	$X_1$
$M_1$	$M_2$	$X_3$	$X_1 P a dcy$	$X_2$
$M_1$	$M_2$	$X_4$	$X_2 b$	$X_3$
$M_1$	$M_2$	$X_5$	$X_3 c$	$X_4$

معادلات الخروج

$$X_2 = M_1 M_2$$

$$X_3 = M_1 M_2$$

$$X_4 = M_1 M_2$$

نشاط 02 ص 65

معادلات التحكم في المخارج				المراحل
الرافعة B	الرافعة A	مخمل	منشط	
		$X_1$	$X_4 S_1$	$X_0$
	A	$X_2$	$X_0 M S_1$	$X_1$
B	A	$X_3$	$X_3 M_1$	$X_2$
B		$X_4$	$X_2 S_5$	$X_3$
	A	$X_0$	$X_3 S_4$	$X_4$

معادلات الخروج

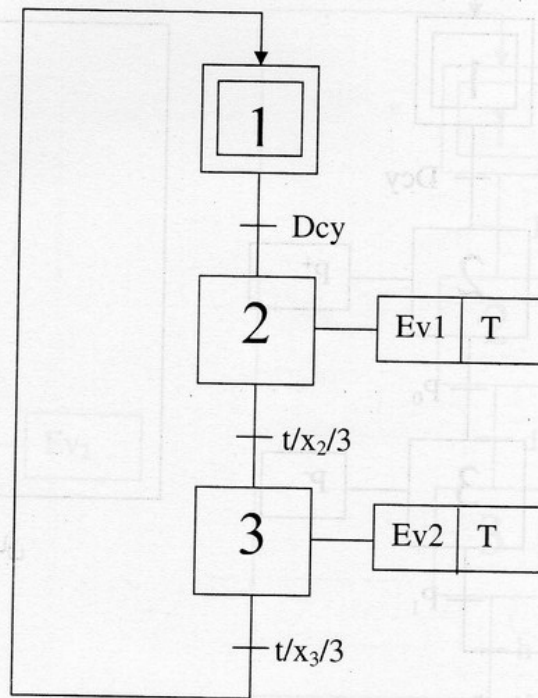
$$X_1 = A$$

$$X_2 = A B$$

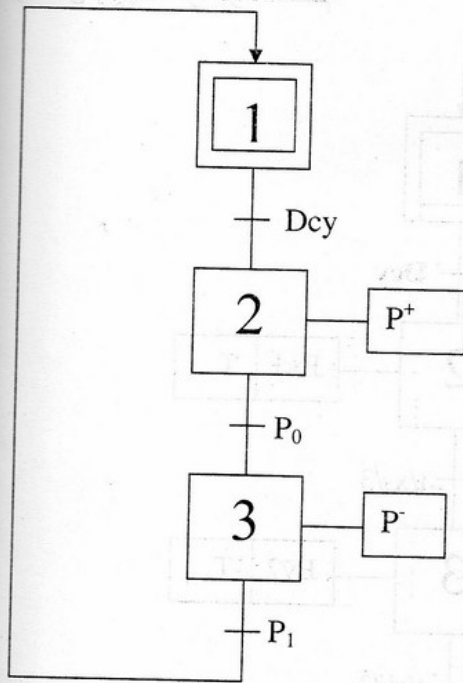
$$X_3 = B$$

$$X_4 = A$$

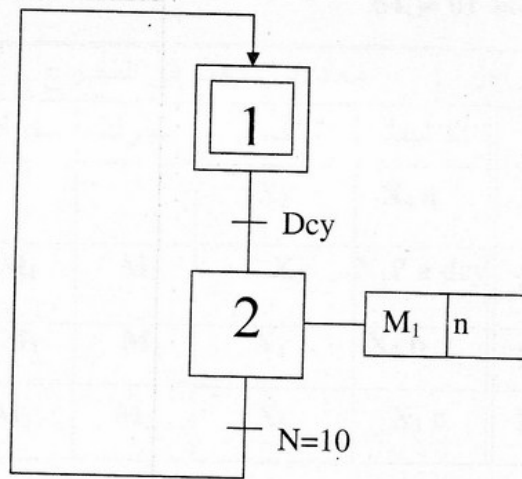




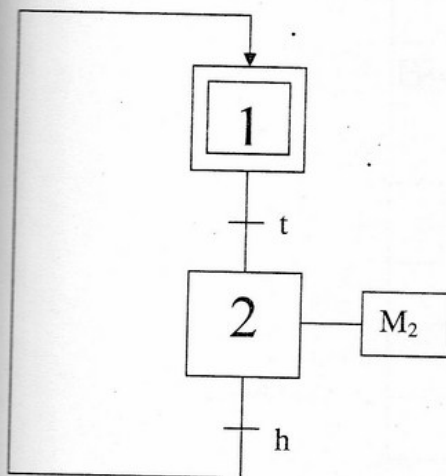
تمرين 03 ص 101  
مآمن الاشغولات



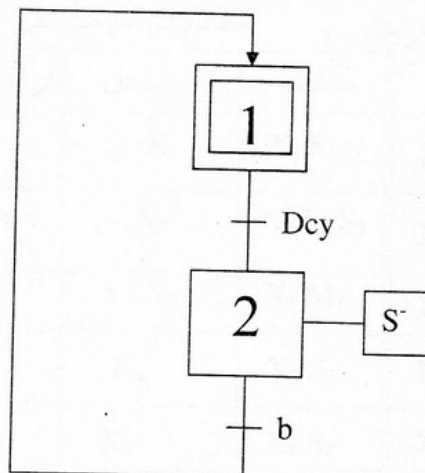
التعبئة



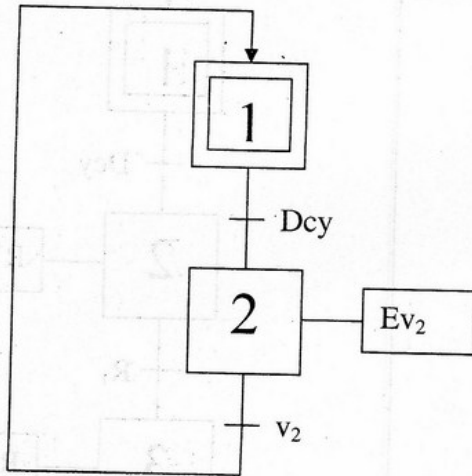
الإتيان



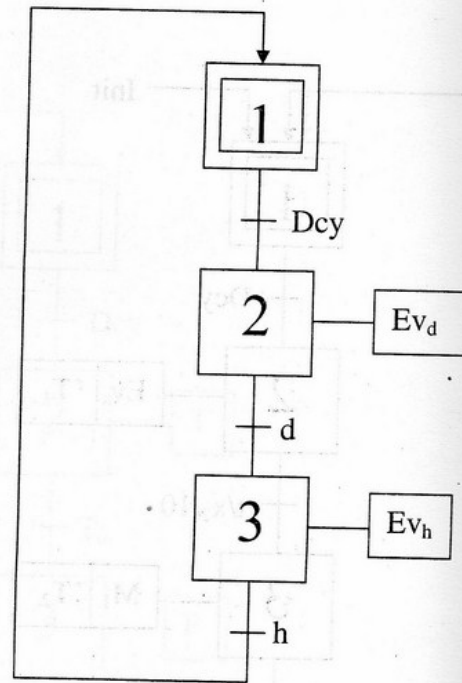
الإخلاء



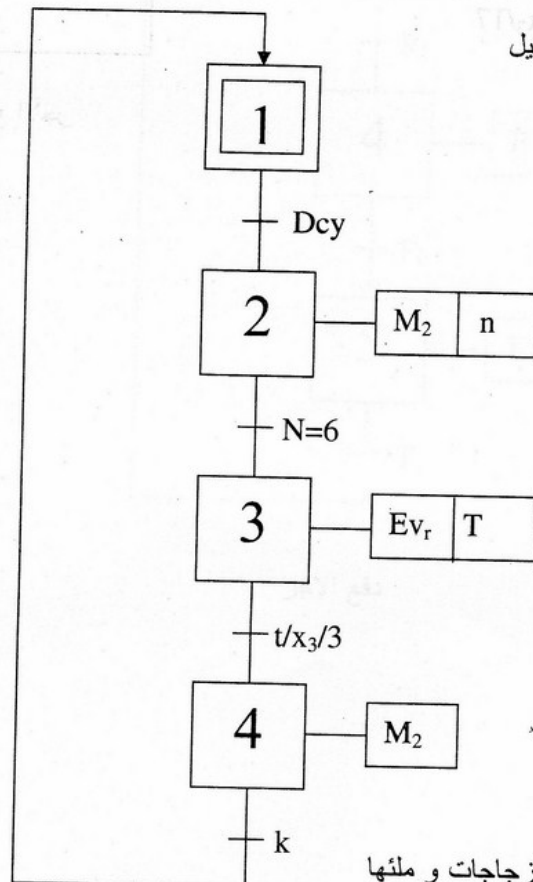
التخزين



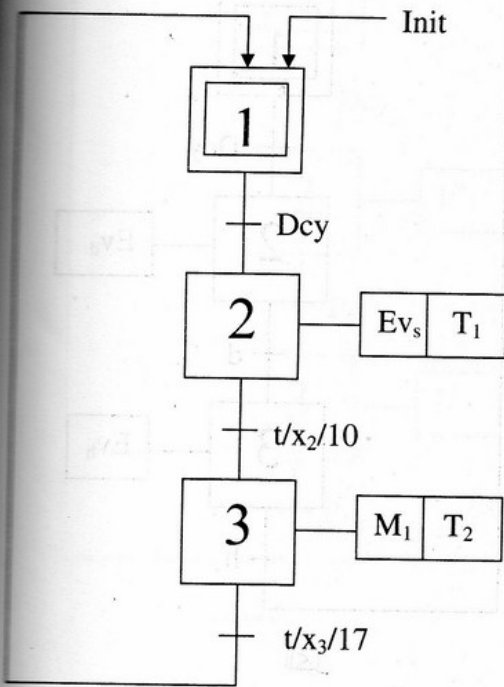
الإحضار



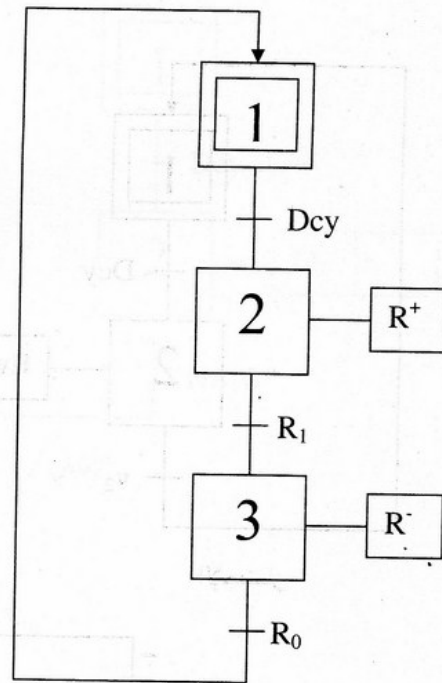
الكيل



إحضار الزجاجات و ملئها



الملء



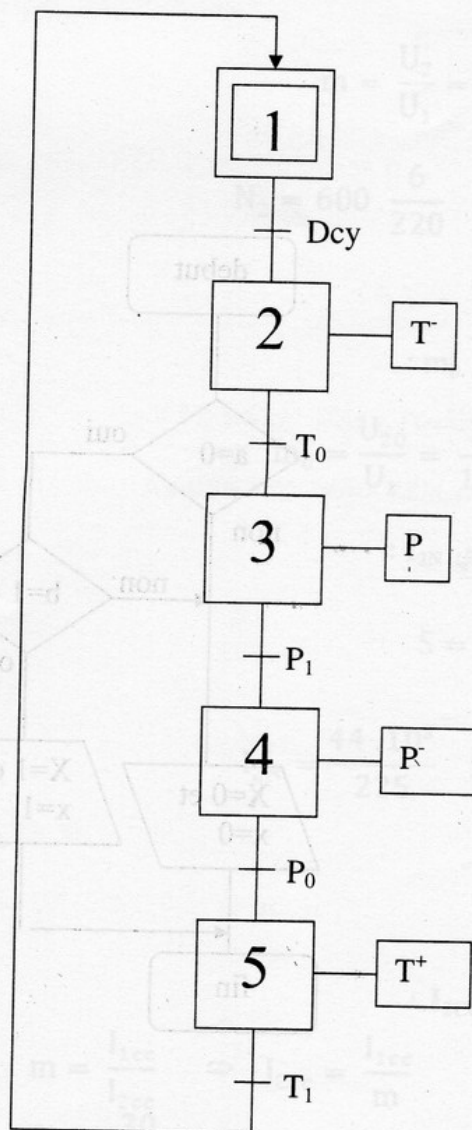
صنع الأجر



122

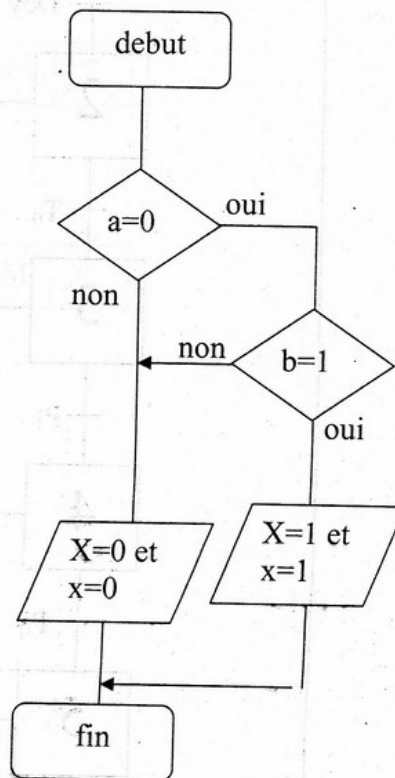
10

10



دفع الأجر

نشاط 01 ص 113  
الخوارزمية



# تحول الطاقة

4

تحت ص 122 :

حسب عدد لفات الثانوي :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = N_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$$

$$N_2 = 600 \cdot \frac{6}{220} \Rightarrow N_2 = 16,363 = 17$$

تحت ص 129 :

نسبة التحويل بدون حمولة  $m_0$  :

$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{225}{1500} \Rightarrow m_0 = 0,15$$

القيمة الاسمية للتيار الثانوي  $I_{2N}$  :

$$S = U_2 \cdot I_{2N} \Rightarrow I_{2N} = \frac{S}{U_2}$$

$$I_{2N} = \frac{44 \cdot 10^3}{225} \Rightarrow I_{2N} = 195,55 \text{ A}$$

الضیاعات في الحديد  $P_f$  :

$$P_f = P_{10} = 300 \text{ W}$$

قيمة التيار بدارة قصيرة  $I_{2cc}$  :

$$m = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} \Rightarrow I_{2cc} = \frac{I_{1cc}}{m}$$

$$I_{2cc} = \frac{30}{0,15} \Rightarrow I_{2cc} = 200 \text{ A}$$

الضیاعات في النحاس  $P_j$  :

$$P_j = P_{1cc} = 225 \text{ W}$$

الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة  $P_2$  :

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 \Rightarrow P_2 = 221.200 \text{ W}$$

$$P_2 = 35360 \text{ W} = 35,36 \text{ KW}$$

(7) الاستطاعة الممتصة من طرف الأولي  $P_1$  :

$$P_1 = P_2 + P_j + P_f \Rightarrow P_1 = 35360 + 225 + 300$$

$$P_1 = 35885 \text{ W} = 35,885 \text{ KW}$$

(8) مردود المحول :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \eta = \frac{35,36}{35,885} = 0,985 \Rightarrow \eta = 98,5 \%$$

تمرين 02 ص 129 :

(1) شرح الاستعلامات :

380 V : التوتر الأولي الاسمي / 24 V : التوتر الثانوي الاسمي

50 Hz : تواتر الشبكة / 800 VA : الاستطاعة الظاهرية الاسمية

(2) \* نسبة التحويل  $m$  :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{24}{380} \Rightarrow m = 0,063$$

\* عدد لفات الثانوي  $N_2$  :

$$m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m \cdot N_1 \Rightarrow N_2 = 0,063 \cdot 5146$$

$$N_2 = 325 \text{ spires}$$

(3) حساب التيارات الاسمية  $I_{1N}$  ,  $I_{2N}$  :

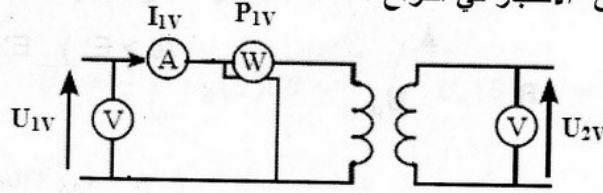
$$S = U_1 \cdot I_{1N} = U_2 \cdot I_{2N}$$

$$I_{1N} = \frac{S}{U_1} = \frac{800}{380} \Rightarrow I_{1N} = 2,1 \text{ A}$$

$$I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{800}{24} \Rightarrow I_{2N} = 33,33 \text{ A}$$

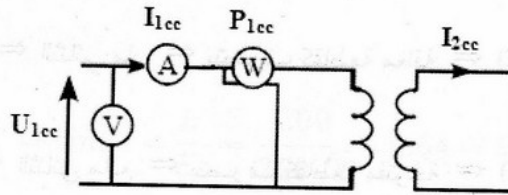


4- رسم التركيب الذي يحقق الاختبار في الفراغ :



$P_f$  : تمثل الضياعات في الحديد  $P_{1V}=100 \text{ W}$

5- رسم التركيب الذي يحقق الاختبار بدارة قصيرة :



$P_j$  : تمثل الضياعات في النحاس ( بمفعول جول )  $P_{1cc}=300 \text{ W}$

حساب التيار الثانوي بدارة قصيرة  $I_{2cc}$  :

$$m = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} \Rightarrow I_{2cc} = \frac{I_{1cc}}{m}$$

$$I_{2cc} = \frac{2,1}{0,063} \Rightarrow I_{2cc} = 33,33 \text{ A}$$

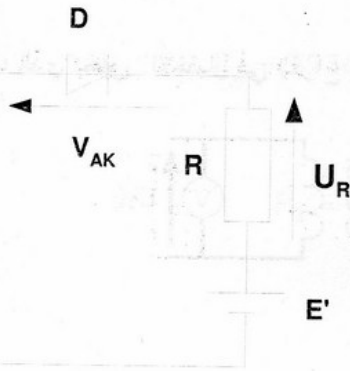
6- حساب مردود المحول :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_j + P_f}$$

$$\eta = \frac{1,8 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 10^3 + 300 + 100} \Rightarrow \eta = 0,818 = 81,8 \%$$

تمرين 03 ص 130 :

1- رسم إشارة  $e(\theta)$  مع  $\theta = \omega t$



2- شرح مبدأ عمل الترياك : لكي يصبح الثنائي مار يجب

أن يكون التوتر  $e$  أكبر من  $E'$  ( $e > E'$ )

بتطبيق قانون العروات :

$$e = v_{AK} + u_R + E' = v_{AK} + Ri + E'$$

$$u_R = R \cdot i = 0 \Leftrightarrow i = 0 \Leftrightarrow \text{يتصرف كقاطعة مفتوحة} \Leftrightarrow \text{الثنائي ممانع} \Leftrightarrow e < E' : (0 < \theta < \theta_1)$$

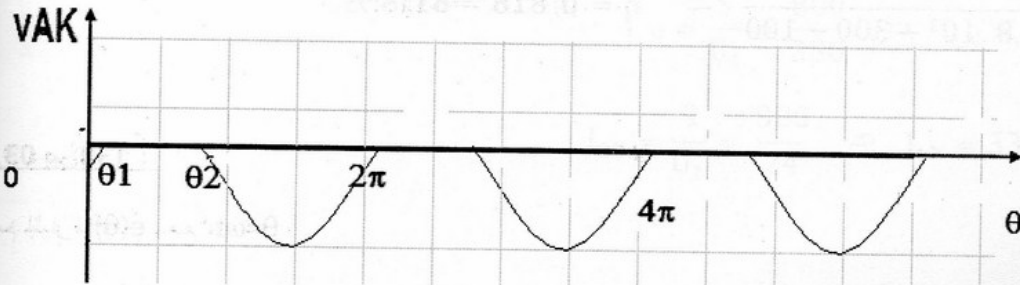
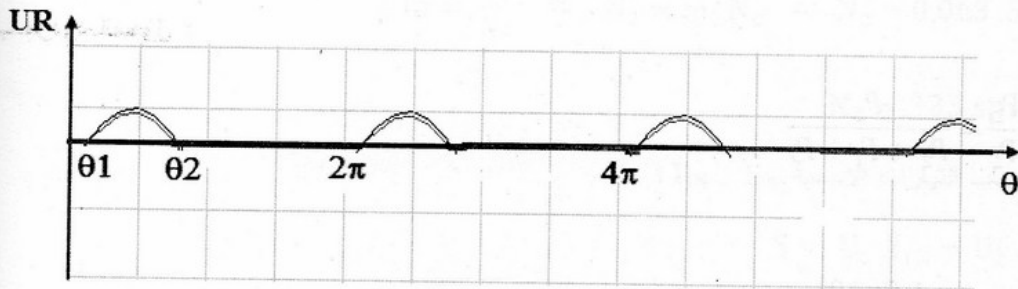
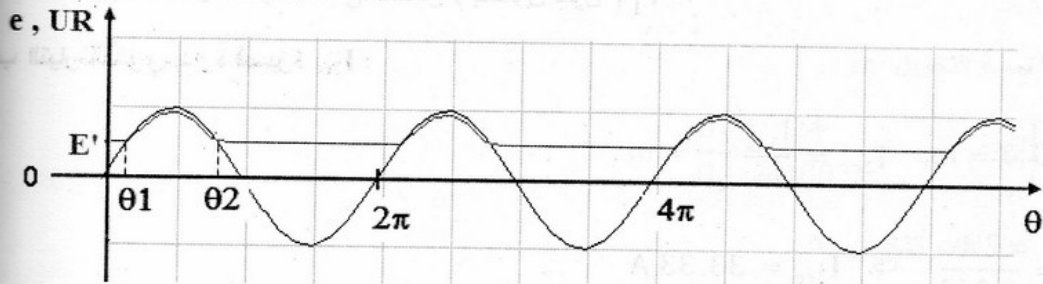
$$v_{AK} = e - E' \Leftarrow$$

$$v_{AK} = 0 \Leftrightarrow i > 0 \Leftrightarrow \text{يتصرف كقاطعة مغلقة} \Leftrightarrow \text{الثنائي مار} \Leftrightarrow e > E' : (\theta_1 < \theta < \theta_2)$$

$$u_R = e - E' = R \cdot i \Leftarrow$$

$$u_R = 0 \Leftrightarrow i = 0 \Leftrightarrow \text{يتصرف كقاطعة مفتوحة} \Leftrightarrow \text{الثنائي ممانع} \Leftrightarrow u < E : (\theta_2 < \theta < 2\pi)$$

$$v_{AK} = e - E' \Leftarrow$$



4 - حساب القيمة المتوسطة لـ  $U_R$  :

$$\overline{U_R} = \frac{1}{T} \int_0^T U_R(\theta) d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_R(\theta) d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e(\theta) - E' d\theta$$

$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} (E_M \sin\theta - E') d\theta = \frac{1}{2\pi} [E_M(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) + E'(\theta_1 - \theta_2)]$$

$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{1}{2\pi R} \int_{\theta_1}^{\theta_2} (E_M \sin\theta - E') d\theta = \frac{1}{2\pi} [E_M(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) + E'(\theta_1 - \theta_2)]$$

حساب  $\theta_1$  و  $\theta_2$  :

لدينا  $e(\theta_1) = E'$  و  $\theta = \theta_1$

$$E_M \sin\theta_1 = E' \Rightarrow \sin\theta_1 = \frac{E'}{E_M} = \frac{200}{220\sqrt{2}} = 0.64 \Rightarrow \theta_1 = 40^\circ \Rightarrow \theta_1 = 0.7 \text{ rad}$$

$$\theta_2 = \pi - \theta_1 \Rightarrow \theta_2 = 2.44 \text{ rad}$$

$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi} [220\sqrt{2}(\cos 0.7 - \cos 2.44) + 200(0.7 - 2.44)] = 20.48 \text{ volts}$$

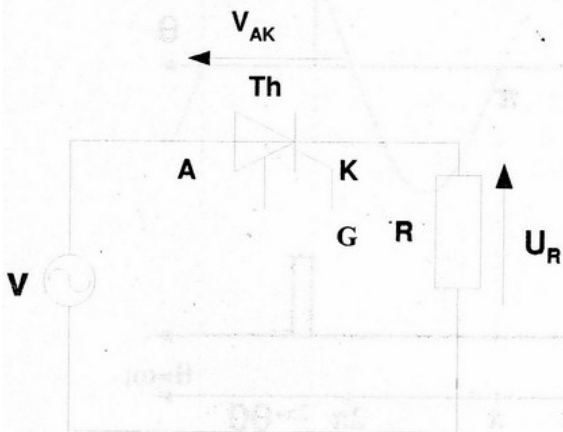
$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{20.48}{10} = 2.048 \text{ A}$$

تمرين 04 ص 130 :

1- شرح مبدأ عمل التركيب :

$$\theta = \omega t$$

$\theta_0$  : زاوية القذف



$$0 \leq \theta \leq \theta_0 \Rightarrow i_G = 0, v > 0,$$

$$\text{موقف } Th \Rightarrow i = 0, V_{AK} = v \Rightarrow U_R = 0$$

$$\theta_0 \leq \theta \leq \pi \Rightarrow i_G \neq 0, v > 0,$$

$$\text{مشبع } Th \Rightarrow i \neq 0, u = v = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

$$\pi \leq \theta \leq 2\pi \Rightarrow v < 0,$$

$$\text{مشبع } Th \Rightarrow i \neq 0, U_R = v = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

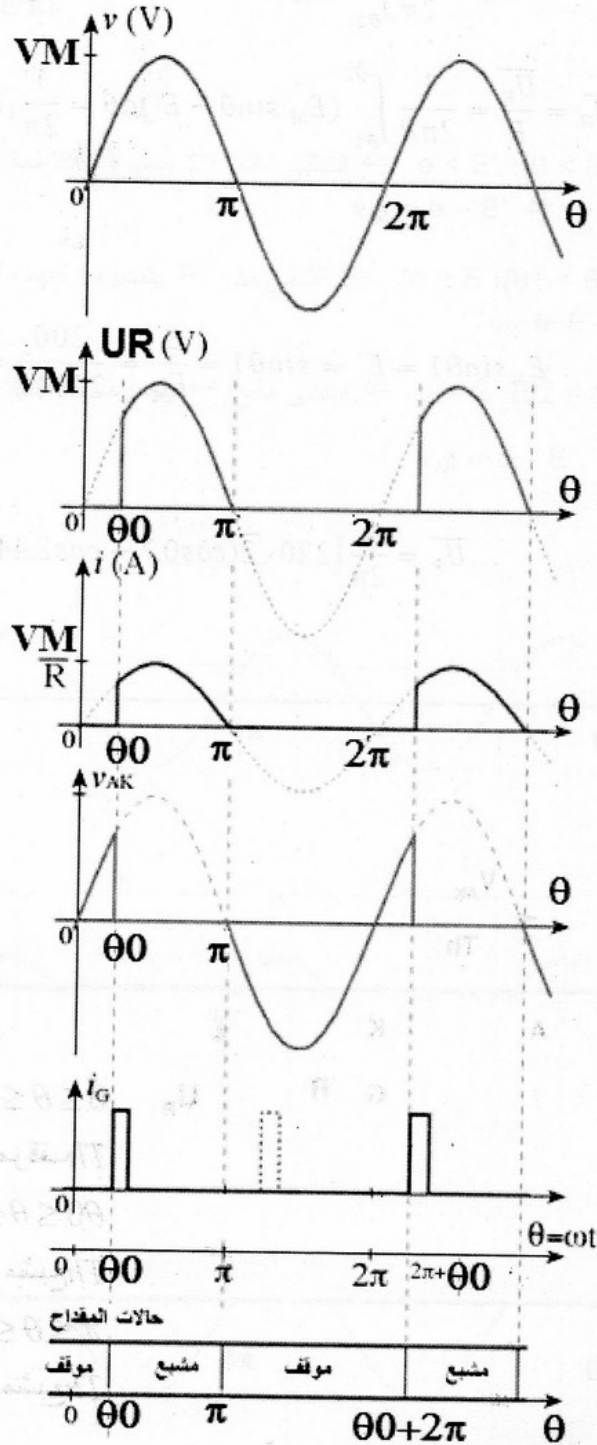
$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_R(\theta) d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_0}^{\pi} V_M \sin \theta d\theta$$

$$\overline{U_R} = \frac{V_M}{2\pi} (-\cos \theta)_{\theta_0}^{\pi} = \frac{V_M}{2\pi} (1 + \cos \theta_0)$$

$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{V_M}{2\pi R} (1 + \cos \theta_0)$$

2- رسم إشارات أنظر الشكل الموالي

3- حساب القيمة المتوسطة لـ  $U_R$  :

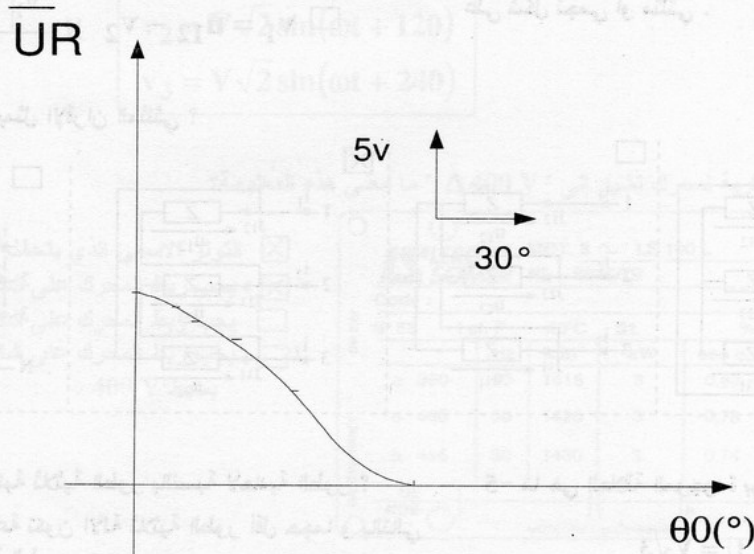




طبيق عددي :

$\theta_0(^{\circ})$	0	30	45	60	90
$\overline{U}_R(V)$	10.8	10.07	9.21	8.1	5.4

4- رسم منحنى  $\overline{U}_R = f(\theta_0)$



# التيار المتناوب ثلاثي الطور

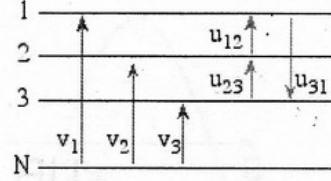
5

## اختبر معلوماتك

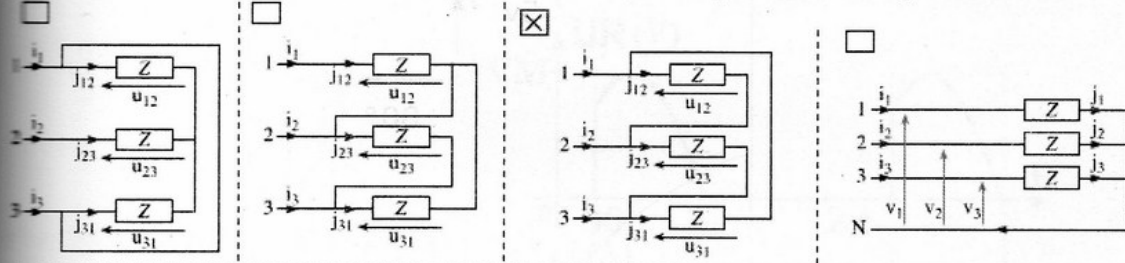
1- ما هي العلاقة الموجودة بين التوترات البسيطة و التوترات المركبة ؟ 2- تتكون حمولة ثلاثية الطور متوازنة من :

- ☐ 3 مقاومات من نفس القيمة ؟  
☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على التسلسل أو التفرع .  
☒ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على شكل نجمي أو مثلثي .

- ☐  $u_{12} = v_1 + v_2$   
☒  $u_{12} = v_1 - v_2$   
☐  $u_{12} = v_3 - v_1$   
☐  $v_1 = u_{12} - v_2$



3- ما هو التركيب الذي يمثل الإقران المثلي ؟



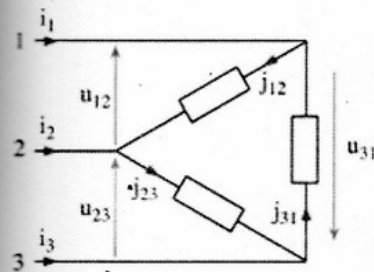
5- ما هي العلاقة الموجودة بين U و V ؟

- ☒  $U = V\sqrt{3}$   
☐  $U = \frac{V}{\sqrt{3}}$   
☐  $U = 3V$   
☐  $V = \frac{U}{\sqrt{2}}$

4- ماهي فائدة الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور بالنسبة لأحادية الطور ؟

- ☐ من أجل نفس الاستطاعة تكون الآلة ثلاثية الطور أقل حجما و بالتالي أقل ثمنا من آلة أحادية الطور .  
☒ الضياعات عند نقل الطاقة ضعيفة في الثلاثي الطور مقارنة بالأحادي الطور .  
☐ لأن الطاقة الكهربائية تنقل في الأحادي الطور .  
☐ لا توجد إيجابية و لا سلبية .

7- تيار الخط لهذه الحمولة ثلاثية الطور هو :  $I = 10 A$  فما هي القيمة الفعالة للتيار J في كل لف ؟



- ☐  $J = I = 10A$   
☒  $J = \frac{I}{\sqrt{3}} = 5,77A$   
☐  $J = I\sqrt{3} = 17,32A$   
☐  $J = \frac{I}{\sqrt{2}} = 7,07A$

6- ماهو التوتر البسيط لشبكة ثلاثية الطور 660 V ؟

- ☒ 380 V  
☐ 660 V  
☐ 468 V  
☐ 1140 V

8- المعادلات اللحظية للتوترات البسيطة هي :

$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ $v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$	$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$ <input checked="" type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$ $v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$	$v_1 = V\sqrt{3}\sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ $v_3 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$
$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$ <input type="checkbox"/> $v_2 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 120)$ $v_3 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 240)$		

9- اللوحة الإشارية لمحرك تشير إلى "  $\Delta 400 V$  " ما معنى هذه المعلومة؟

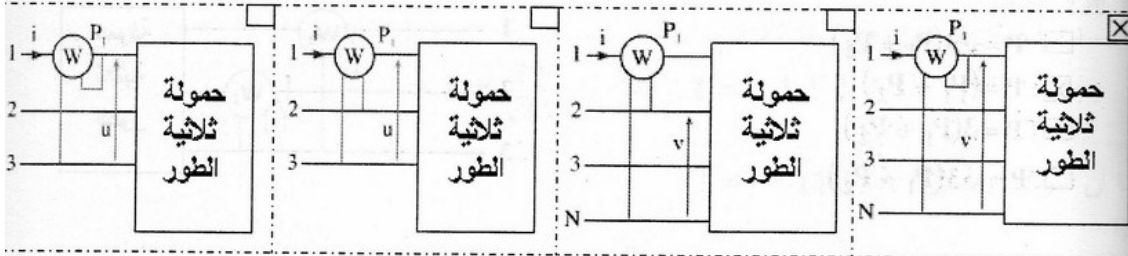
- ☒ التوتر الاسمي الذي يتحمله كل لف للمحرك هو 400 V .  
☒ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة 400 V .  
☐ يجب ربط المحرك على شكل نجمي على شبكة 400 V .  
☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة ذات توتر بسيط 400 V .

<b>LEROY SOMER</b>		MOT. 3 ~ LS 100 L		22 kg	
Code :		N° 8945/79		T.	
IP 55	I cl. F	40°C	S1	%	c/h
Δ 380	50	1415	3	0.83	7,1
Δ 400	50	1420	3	0.78	7,2
Δ 415	50	1430	3	0.74	7,3
DE		g		h	
NDE		MOTEURS LEROY-SOMER			

10- يتحمل كل لف لمحرك توتر 230 V . هل يمكن ربطه على شبكة ثلاثية الطور 400 V ؟ و بأي شرط ؟

- ☐ لا يمكن لأن هذه الشبكة لا تناسب المحرك .  
☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل مثلثي .  
☒ ممكن إذا كان مربوطا على شكل نجمي .

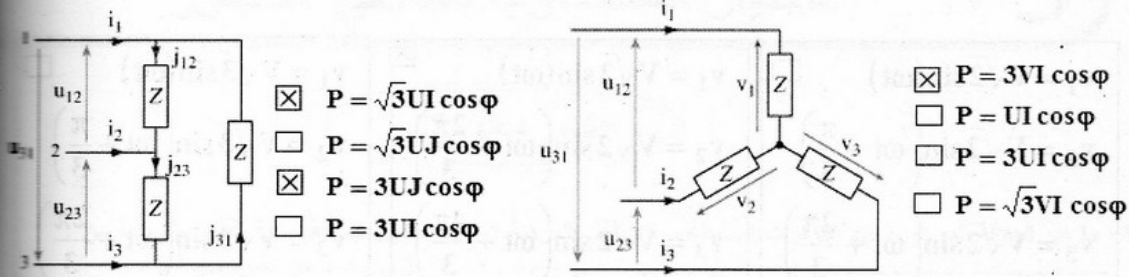
11- نريد قياس الاستطاعة الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور بواسطة واطمتر واحد أحادي الطور . ما هو التركيب الموافق ؟



12- لقياس الاستطاعة في السؤال السابق ، ما هي العلاقة بين الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة و الاستطاعة المشار إليها بالواطمتر ؟.

- ☐  $P = \sqrt{3}P_1$      ☒  $P = 3P_1$      ☐  $P = P_1$      ☐  $P = \sqrt{2}P_1$

13- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟ 15- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟



14- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب النجمي السابق هي الزاوية بين :

☐  $(\vec{I}_1, \vec{U}_{12})$     ☒  $(\vec{I}_1, \vec{V}_1)$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{V}_1)$

- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب المثلي السابق هي الزاوية بين :

☐  $(\vec{I}_1, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{I}_1, \vec{V}_1)$     ☒  $(\vec{J}_{12}, \vec{U}_{12})$     ☐  $(\vec{J}_{12}, \vec{V}_1)$

15- حمولة مربوطة نجما على شبكة ثلاثية الطور 400 V تمتص 1000 W ، ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف نفس الحمولة في حالة ربطها على شكل مثلي على نفس الشبكة ؟

☐ 333 W    ☐ 577 W    ☐ 1732 W    ☒ 3000 W

16- الاستطاعة المقاسة لثنائي قطب من التركيب النجمي السابق هي 276 W ، فما هي الاستطاعة الكلية الممتصة من طرف التركيب ؟

☐ 478 W    ☒ 828 W    ☐ 21 MW    ☐ 159 W

17- أكمل التركيب التالي لقياس الاستطاعة في الثلاثي ثلاثية الطور 18- الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف

حمولة بطريقة الواطمترين هي :

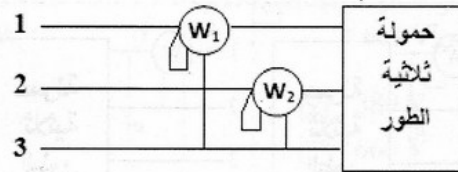
بطريقة الواطمترين :

☐  $P = \sqrt{3}(P_1 + P_2)$

☒  $P = (P_1 + P_2)$

☐  $P = 3(P_1 + P_2)$

☐  $P = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$





## تمرين 01 ص 141 :

(1) - حساب شدة التيار في كل وشيعة :

$$U = Z \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (L \cdot 2 \cdot \pi \cdot f)^2} \quad \text{حساب } Z$$

$$Z = \sqrt{10^2 + (1.2 \cdot 3.14 \cdot 50)^2} = 314.16 \, \Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} \Rightarrow I = \frac{230}{314.16} \Rightarrow I = 0.73 \, A$$

- حساب شدة تيار الخط :

$$I = \sqrt{3} \cdot I \Rightarrow I = 1.73 \cdot 0.73 \Rightarrow I = 1.26 \, A$$

(2) - حساب الاستطاعة الفعالة الكلية :

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \Rightarrow P = 1.73 \cdot 230 \cdot 1.26 \cdot 0.85$$

$$P = 426.15 \, W = 0.43 \, KW$$

- حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P \cdot \tan\varphi \Rightarrow Q = 426.15 \cdot 0.62$$

$$Q = 264.21 \, VAR = 0.26 \, KVAR$$

- حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S = \sqrt{0.43^2 + 0.26^2} \Rightarrow S = 0.5 \, KVA$$

## تمرين 02 ص 141 :

⇨ إقران نجمي :

- حساب شدة التيار المار في المقاومة :

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 10} \Rightarrow I = 11.54 \, A$$

⇨  $I = J = 11.54 \, A$  : إقران نجمي

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad \text{حساب الاستطاعة الفعالة } P$$

الحمولة عبارة عن مقاومة :  $\cos\varphi = 1$

$$P = 1.73 \cdot 200 \cdot 11.54 \Rightarrow P = 3992.84 \, W \simeq 4 \, W$$

⇐ إقران مثلي :

- حساب شدة التيار المار في المقاومة :

$$U = R \cdot J \Rightarrow J = \frac{U}{R} \Rightarrow J = \frac{200}{10} = 20 \Rightarrow J = 20 \text{ A}$$

- حساب تيار الخط :

$$I = \sqrt{3} \cdot J \Rightarrow I = 1,73 \cdot 20 \Rightarrow I = 34,6 \text{ A}$$

- حساب الاستطاعة الفعالة P :  $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

$$P = 1,73 \cdot 200 \cdot 34,6 \Rightarrow P = 11971,6 \text{ W} \simeq 12 \text{ KW}$$

**الاستنتاج :**

نستنتج أن التيار و الاستطاعة الممتصان في حالة إقران مثلي تساوي ثلاث (3) مرات التيار و الاستطاعة الممتصان في حالة إقران نجمي .

**تمرين 04 ص 141 :**

- حساب تيار الخط :  $(\cos \varphi = 1)$

• الطريقة الأولى : الاستطاعة الفعالة الممتصة الكلية :  $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

$$\Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I = \frac{12 \cdot 100}{1,73 \cdot 200} \Rightarrow I = 3,46 \text{ A}$$

• الطريقة الثانية : الاستطاعة الفعالة الممتصة في طور واحد :  $P_1 = V \cdot I$

$$\Rightarrow I = \frac{P_1}{V} \Rightarrow I = \frac{100 \cdot 4}{115} \Rightarrow I = 3,46 \text{ A}$$

- حساب عدد المصابيح n :

الاستطاعة الممتصة :  $P = 1200 \text{ W}$

$$P = n \cdot 60 \Rightarrow n = \frac{P}{60} = \frac{1200}{60} \Rightarrow n = 20$$

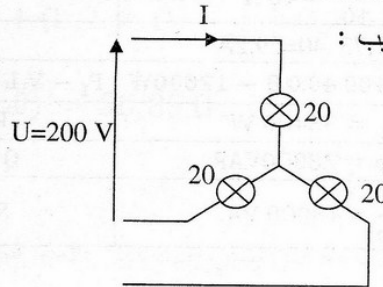
عدد المصابيح الواجب تركيبها لامتصاص نفس الاستطاعة هو 20 .

- حساب تيار الخط :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I = \frac{20 \cdot 60}{1,73 \cdot 200} \Rightarrow I = 3,46 \text{ A}$$

تمرين 05 ص 142 :

(1) رسم التركيب :



(2) حساب تيار الخط :

الاستطاعة الفعالة الممتصة في طور واحد :  $P_1 = V \cdot I$

$$\Rightarrow I = \frac{P_1}{V} \Rightarrow I = \frac{20 \cdot 120}{115} \Rightarrow I = 20,87 \text{ A}$$

(3) حساب استطاعة التركيب :

$$P = 3 \cdot P_1 \Rightarrow P = 3 \cdot 20 \cdot 120 \Rightarrow P = 7200 \text{ W} = 7,2 \text{ KW}$$

تمرين 06 ص 142 :

حساب الاستطاعتين  $P_1$  و  $P_2$  : مع العلم أن

$$\begin{cases} P = P_1 + P_2 = 1200 \text{ W} \dots\dots\dots (1) \end{cases}$$

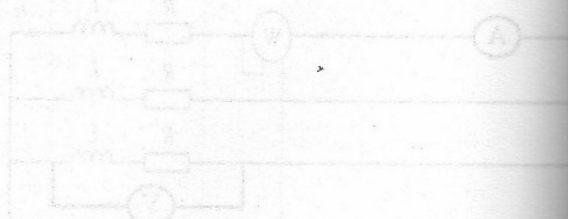
$$\begin{cases} Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) = P \cdot \tan \varphi = 1200 \text{ VAR} \dots\dots\dots (2) \end{cases}$$

نضرب المعادلة (1) في  $\sqrt{3}$  ثم نجمع مع (2) :

$$2 \cdot \sqrt{3} \cdot P_1 = 1200\sqrt{3} + 1200 \Rightarrow P_1 = \frac{1200 \cdot \sqrt{3} + 1200}{2\sqrt{3}}$$

$$P_1 = 946,82 \text{ W}$$

$$P_2 = 1200 - P_1 = 1200 - 946,82 \Rightarrow P_2 = 253,18 \text{ W} \quad \text{المعادلة (1) :}$$



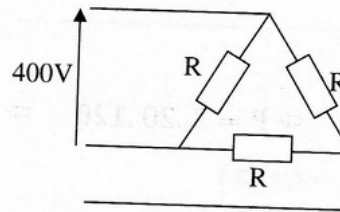
تمرين 07 ص 142 :

مثلي	نجمي	التوتر بين طرفي ثنائي القطب
$U=400\text{ V}$	$V=230\text{ V}$	تيار الطور
$J = \frac{U}{Z} = \frac{400}{10} = 40\text{ A}$	$J = \frac{V}{Z} = \frac{230}{10} = 23\text{ A}$	تيار الخط
$I = \sqrt{3} \cdot J = 1,73 \cdot 40 = 69,2\text{ A}$	$I = J = 23\text{ A}$	$P_1$ (لثنائي قطب واحد)
$P_1 = V \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \cdot 23 \cdot 0,8 = 4232\text{ W}$	$P = 3 \cdot P_1 = 12696\text{ W}$	P
$P = 3 \cdot P_1 = 38400\text{ W}$	$Q = P \cdot \tan\varphi = 9522\text{ VAR}$	Q
$Q = P \cdot \tan\varphi = 28800\text{ VAR}$	$S = \frac{P}{\cos\varphi} = 15870\text{ VA}$	S
$S = \frac{P}{\cos\varphi} = 48000\text{ VA}$		

التعليق على النتائج :  
المقادير الكهربائية في حالة إقران مثلي تساوي تقريبا ثلاث (3) مرات المقادير في حالة إقران نجمي .

تمرين 08 ص 141 :

(1) شكل إقران المسخن :



(2) - حساب تيار الخط :

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad (\cos\varphi = 1)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I = \frac{3 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 400} \Rightarrow I = 4,34\text{ A}$$

- حساب التيار المار في عناصر المسخن :

$$I = \sqrt{3} \cdot J \Rightarrow J = \frac{I}{\sqrt{3}} \Rightarrow J = \frac{4,34}{1,73} \Rightarrow J = 2,5\text{ A}$$

(3) حساب المقاومة R لعنصر واحد من المسخن :

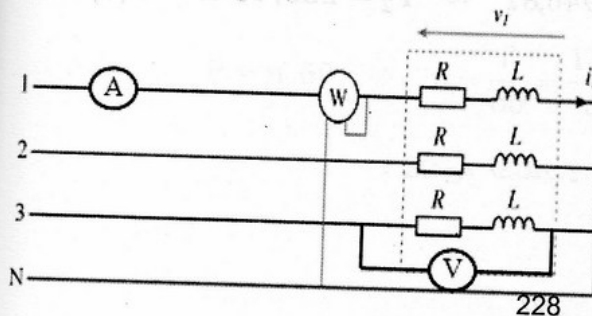
$$U = R \cdot J \Rightarrow R = \frac{U}{J} \Rightarrow R = \frac{400}{2,5} \Rightarrow R = 160\ \Omega$$

تمرين 09 ص 142 :

(1-1) نوع الإقران : نجمي

(2-1) حساب شدة التيار المار في الحيادي :

$I_N = 0$  لأن الحمولة متزنة





(3-1) القيمة الفعالة للتوتر بين طرفي وشيعة واحدة :  $V=220\text{ v}$

(2 و 4-1) تمثيل جهازي الأمبيرمتر و الفولطمتر

(3) حساب ممانعة الوشيعة :  $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (L \cdot 2 \cdot \pi \cdot f)^2}$

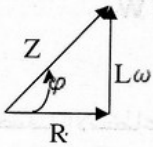
$$Z = \sqrt{40^2 + (0,1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50)^2} = 50,85 \Omega$$

$$Z = 50,85 \Omega$$

(2-4) حساب القيمة التي يشير إليها جهاز الأمبيرمتر ( تيار الخط ) :

$$V = Z \cdot I \Rightarrow I = \frac{V}{Z} \Rightarrow I = \frac{220}{50,85} \Rightarrow I = 4,33 \text{ A}$$

(3-4) حساب زاوية فرق الطور بين  $i_1$  و  $v_1$  :



من مثلث الممانعات :

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{40}{50,85}$$

$$\Rightarrow \cos \varphi = 0,78 \Rightarrow \varphi = 38^\circ$$

(1-5) حساب عامل الاستطاعة :  $\cos \varphi = 0,78$

(2-5) حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \Rightarrow S = 1,73 \cdot 380 \cdot 4,32 \Rightarrow S = 2839 \text{ VA} = 2,84 \text{ KVA}$$

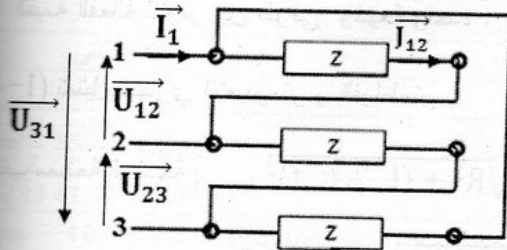
(3-5) حساب الاستطاعة الفعالة :

$$P = 3 \cdot P_1 \Rightarrow P = 750 \cdot 3 \Rightarrow P = 2250 \text{ W} = 2,25 \text{ KW}$$

(4-5) حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P \cdot \tan \varphi \Rightarrow Q = 2250 \cdot 0,78$$

$$Q = 1755 \text{ VAR} = 1,76 \text{ KVAR}$$



### تمرين 10 ص 143 :

(1) رسم الإقران المثلثي مع وضع المقادير :

(2) حساب التيار J المار في عنصر واحد :

$$U = Z \cdot J \Rightarrow J = \frac{U}{Z} \Rightarrow J = \frac{400}{158} \Rightarrow J = 2,53 \text{ A}$$

(3) حساب التيار I :

$$I = \sqrt{3} \cdot J \Rightarrow I = 1,73 \cdot 2,53 \Rightarrow I = 4,38 \text{ A}$$

(4) حساب الاستطاعة الفعالة :

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P = 1,73 \cdot 400 \cdot 4,38 \cdot 0,8 \Rightarrow P = 2424,77 \text{ W} \simeq 2,42 \text{ KW}$$

(5) حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P \cdot \tan \varphi \Rightarrow Q = 2424,77 \cdot 0,75$$

$$Q = 1818,58 \text{ VAR} = 1,82 \text{ KVAR}$$

(6) حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S = \sqrt{2,42^2 + 1,82^2} \Rightarrow S = 3,03 \text{ KVA}$$

## وظيفة الاستطاعة

6

نقط ص 147 :

$$(1) \text{ عدد الأقطاب : } n = \frac{f}{p} \Rightarrow p = \frac{f}{n} = \frac{50.60}{1425} = 2 \Rightarrow P = 2$$

عدد الأقطاب : 4

(2) الاستطاعة الممتصة :

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi = 1,73 \cdot 380 \cdot 15 \cdot 0,8 \quad P_a = 7888,8W = 7,88KW$$

(3) الانزلاق :

$$g = \frac{n - n'}{n} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05 \quad g = 0,05 = 5\%$$

(4) الاستطاعة المنقولة :

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs}) = P_a - P_{fs} \quad P_{tr} = 7888,8 - 75 = 7813,8W = 7,81KW$$

$$P_{tr} = 7813,8W = 7,81KW$$

(5) الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr} \quad P_{jr} = 0,05 \cdot 7813,8 = 390,69W \quad P_{jr} = 390,69W$$

(6) المردود :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_{tr} - (P_{jr} + P_m)}{P_a} \quad \eta = \frac{7813,8 - (390,69 + 75)}{7888,8} = 0,93 \quad \eta = 93\%$$

نقط ص 148 :

القران الموافق :

3 × 220V	3 × 380V	الشبكة
		المحرك
نجمي	غير ممكن	127 / 220 V
مثلثي	نجمي	220 / 380 V
غير ممكن	مثلثي	380 / 660 V

**وضعية إدماجية ص 154 : مكونات خط التغذية للمحرك  $M_1$**

(1) حساب التيار الممتص من طرف المحرك  $M_1$  :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{7500}{0,83} \quad P_a = 8928,57 \text{ W}$$

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \Rightarrow I = \frac{8928,57}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,84}$$

$$I = 15,34 \text{ A}$$

(2) إختيار القاطع العازل :

المعلومات المتوفرة :  $U=400 \text{ V}$  ،  $I=15,34 \text{ A}$  ، الربط بنايض  
تشغيل أحادي الطور ، مماسين للقطع

من الوثيقة 4 نختار : **LS1 D323** .

(3) إختيار الفواصم :

المعلومات المتوفرة :  $U=400 \text{ V}$  ،  $I=15,34 \text{ A}$  ، الأبعاد :  $10 \times 38$

من الوثيقة 1 نختار : **DF2 - CA16**

(4) إختيار الملامس **KM1** :

المعلومات المتوفرة :  $U=400 \text{ V}$  ،  $I=15,34 \text{ A}$  ،  $P_u=7,5 \text{ KW}$  ،  $U_c=24 \text{ V}$  ، الربط بنايض

من الوثيقة 3 نختار : **LC1 D183B5** أو **LC1 D183B7**

(5) إختيار المرحل الحراري :

المعلومات المتوفرة :  $U=400 \text{ V}$  ،  $I=15,34 \text{ A}$  ، الربط بنايض ، المعيار 16 aM ،

التركيب تحت الملامس **LC1 D18**

من الوثيقة 2 نختار : **LRD 213**

**مكونات خط تغذية المحرك  $M_1$  :**

↔ المحرك :  $I=15,34 \text{ A}$

↔ القاطع العازل : **LS1 D323**

↔ الفواصم : الأبعاد  $10 \times 38$  ، النوع aM ، المعيار 16 A **DF2 - CA16**

↔ الملامس : **LC1 D183B7**

↔ المرحل الحراري : **LRD 213** و يضبط على  $15,34 \text{ A}$



### نشاط ص 159 :

جنول تحريض الوشائع في حالة دوران المحرك عكس اتجاه عقارب الساعة :

وضعية الدوار	الأطوار المحرصة	نصف الخطوة
1	P - Q	1
8	R	2
7	Q - R	3
6	Q	4
5	Q - S	5
4	S	6
3	P - S	7
2	P	8

### نشاط ص 160 :

(1) - عدد أسنان الساكن :  $n_s = 8$  - عدد أسنان الدوار :  $n_r = 6$

(2) الطور المحرض : A A'

(3) تغذية الطور BB' :

- الوضعية الجديدة للدوار : الأسنان 2 و 5 للدوار تقابل الأسنان 2 و 6 للساكن

- يدور المحرك في نفس اتجاه عقارب الساعة

$$\alpha = \alpha_r - \alpha_s \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{6} - \frac{2\pi}{8} = \frac{2\pi}{24} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{12} \text{ rad} \quad \text{الزاوية :}$$

- عدد الخطوات في الدورة :

$$N = \frac{2\pi}{\alpha} = 2\pi \cdot \frac{12}{\pi} = 24 \Rightarrow N = 24 \text{ pas/tr}$$

### مراجعة المراجعة ص 165 :

حساب عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة :

عدد الأطوار :  $m=4$  ، عدد أزواج الأقطاب :  $p=1$

الحي القطب :  $K_1=1$  ، تبديل متناظر :  $K_2=1$

$$N = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$$

بعد النبضات التي يتلقاها السجل لتقديم الطول 2,13 cm :

$$L = 2 \cdot \pi \cdot R = 1,36 \cdot \pi = 4,26 \text{ cm}$$

الموافق لدورة كاملة للعجلة : 2,13 cm يمثل نصف دورة إذن يتقدم المحرك بخطوتين و بالتالي يتلقى السجل نبضتين .

### اختبر معلوماتك

220 V/380 V 9,3 A/16,1 A

$\cos \phi = 0,85$  4500 W

1445 tr/min

لتكن لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور :  
1/ التوتر الأقصى المطبق على كل لف من لفات الساكن

هو 220 V

2/ يمكن تشغيل المحرك بـ :

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v فقط ☐ شبكة ثلاثية الطور 380 v فقط

☒ شبكة ثلاثية الطور 220 v و 380 v

3/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 220 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☒ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيببي قيمته الفعالة هي 220 V

و شدة تيار الخط هي 9,3 A ☒ 16,1 A و شدة التيار المار في كل لف هي هو 9,3 A

4/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 380 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☒ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيببي قيمته الفعالة هي 220 V

و شدة تيار الخط هي 9,3 A شدة التيار المار في كل لف هو 9,3 A

إذا غطينا المحرك بشبكة 380 v و ربطنا لفات الساكن على شكل مثلثي :

☐ يشتغل المحرك و لكن يدور الدوار بسرعة أكبر من 1500 tr/min ☒ يمكن تدمير اللفات

5/ نربط نجما على شبكة 220 V لفات المحرك . فيخضع كل لف لتوتر فعال :

☒  $\frac{220}{\sqrt{3}}$  V ☐ 380 V ☐  $220\sqrt{2}$  V ☐  $\frac{220}{\sqrt{2}}$  V

فيدور دوار المحرك بسرعة :

☐ تساوي السرعة الاسمية ☒ أصغر من السرعة الاسمية ☐ أكبر من السرعة الاسمية

6/ هذا المحرك ☒ يمكن ☐ لا يمكن اقلعه " نجمي-مثلثي " على شبكة 220 V / 127 V .

هذا المحرك ☐ يمكن ☒ لا يمكن اقلعه " نجمي-مثلثي " على شبكة 220 V / 380 V .

7/ السرعة الاسمية للدوار هي : 1445 tr/mn سرعة المجال الدوار هي 1500 tr/mn

تمثل 4500 W : ☒ الاستطاعة المفيدة الاسمية للمحرك ☐ الاستطاعة الممتصة الاسمية للمحرك

8/ يمثل 0,85 عامل الاستطاعة للمحرك في حالة التشغيل :

☐ بدون حمولة ☒ في الشروط الاسمية

9/ قيمة الانزلاق هي : 3,66 %

## تمرين 01 ص 167 :

(1) شرح المعلومات :

300 W : الاستطاعة المفيدة الاسمية

230 V : توتو الربط المثلثي ( توتر اللف الواحد ) 400 V : توتر الربط النجمي

50 Hz : تواتر الشبكة

$\cos\phi = 0,66$  : معامل الاستطاعة

1,75 A : التيار الاسمي الموافق للربط المثلثي 1,00 A : التيار الاسمي الموافق للربط النجمي

(2) سرعة المجال الدوار :

من لوحة المواصفات :  $n' = 1440 \text{ tr/mn}$  مع العلم  $n' < n$

نستنتج :  $n = 1500 \text{ tr/mn}$

- التحويل إلى  $\text{tr/s}$  :  $n = 25 \text{ tr/s} \Rightarrow n = \frac{1500}{60} = 25$

(3) حساب عدد أزواج الأقطاب :

$$n = \frac{f \cdot 60}{P} \Rightarrow P = \frac{f \cdot 60}{n} = \frac{50 \cdot 60}{1500} \Rightarrow P = 2$$

(4) التوتر المطبق على لف واحد للساكن :

من لوحة المواصفات للمحرك نستنتج أن توتر اللف الواحد هو : 230 V

(5) نوع الإقران :

- شبكة التغذية : 230 / 400 V

- تواترات تشغيل المحرك : 230 / 400 V

- التوتر المركب للشبكة 400 V يوافق التوتر الأكبر للمحرك إذن إقران نجمي

(6) حساب تيار الخط :

من لوحة المواصفات  $I = I_A$  لأن الربط نجمي

(7) حساب المردود :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_u}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi} \Rightarrow \eta = \frac{300}{1,73 \cdot 400 \cdot 1,0 \cdot 0,66} = 0,656 \Rightarrow \eta = 65,6\%$$

## تمرين 02 ص 167 :

(1) - سرعة التزامن :

من لوحة المواصفات :  $n' = 1410 \text{ tr/mn}$  مع العلم  $n' < n$

نستج :  $n = 1500 \text{ tr/mn}$

- عدد الأقطاب :

$$n = \frac{f.60}{P} \Rightarrow P = \frac{f.60}{n} = \frac{50.60}{1500} \Rightarrow P = 2$$

عدد الأقطاب هو :  $2P = 4$

(2) نوع إقران المحرك :

- شبكة التغذية :  $220 / 380 \text{ V}$

- توتر اللف الواحد :  $380 \text{ V}$

- التوتر المركب للشبكة  $380 \text{ V}$  يوافق توتر اللف الواحد للمحرك إذن إقران مثلي

(3) أ- حساب عامل الاستطاعة في الفراغ :

$$P_0 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi_0 \Rightarrow \cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{210}{1,73 \cdot 380 \cdot 1,5} \Rightarrow \cos \varphi_0 = 0,21$$

ب- حساب الضياعات المغناطيسية و الميكانيكية :

$$P_0 = P_C + P_{js0} \Rightarrow P_C = P_0 - P_{js0} \Rightarrow P_C = P_0 - \frac{3}{2} R I_0^2$$

$$P_C = 210 - \frac{3}{2} 1,5 \cdot (1,5)^2 \Rightarrow P_C = 204,9 \text{ W}$$

$$P_C = P_{fs} + P_m \Rightarrow P_{fs} = P_m = \frac{P_C}{2} = \frac{204,9}{2}$$

$$102,45 \text{ W } P_{fs} = P_m =$$

(4) أ- الانزلاق :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1410}{1500} = 0,06 \Rightarrow g = 6 \%$$

ب - حساب الضياعات بمفعول جول في الساكن :

$$P_{js} = \frac{3}{2} R I^2 \Rightarrow P_{js} = \frac{3}{2} 1,5 \cdot (4,7)^2 \Rightarrow P_{js} = 49,7 \text{ W}$$

ج - حساب الضياعات بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr} = g \cdot (P_a - P_{js} - P_{fs}) \Rightarrow P_{jr} = 0,06 \cdot (2500 - 49,7 - 102,45)$$

$$P_{jr} = 140,87 \text{ W}$$

د - حساب الاستطاعة المفيدة :

$$P_u = P_a - (P_{js} + P_{fs} + P_{jr} + P_m)$$



$$P_u = 2500 - (49,7 + 102,45 + 140,87 + 102,45)$$

$$P_u = 2104,53 \text{ W}$$

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} \quad \text{العزم المفيد :}$$

$$\Omega' = \frac{2\pi n'}{60} = \frac{2\pi 1410}{60} \Rightarrow \Omega' = 147,58 \text{ rad/s}$$

$$T_u = \frac{2104,53}{147,58} \Rightarrow T_u = 14,26 \text{ N.m}$$

سرعة المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{2104,53}{2500} = 0,841 \Rightarrow \eta = 84,1 \%$$

تمرين 03 ص 167 :

أ- حساب الضياع بمفعول جول في الساكن في الفراغ :

$$P_{js0} = 3.R.I_0^2 \Rightarrow P_{js0} = 3.0,4.(11,2)^2 \Rightarrow P_{js0} = 150,52 \text{ W}$$

ب- الضياع بمفعول جول في الدوار في الفراغ معدوم لأن الانزلاق معدوم .

ج- حساب الضياعات في الحديد :

$$P_C = P_{fs} + P_m \Rightarrow P_{fs} = P_C - P_m$$

$$P_C = P_0 - P_{js0} \Rightarrow P_C = 1150 - 150,52 = 999,48 \text{ W}$$

$$P_{fs} = 999,48 - 510 \Rightarrow P_{fs} = 489,48 \text{ W}$$

(2) أ- حساب عامل الاستطاعة الاسمي :

$$P_a = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3}.U.I}$$

$$\cos\varphi = \frac{18,1.10^3}{1,73.380.32} \Rightarrow \cos\varphi = 0,86$$

ب- حساب سرعة الدوران الاسمية :

$$n' = (1 - g).n \Rightarrow n' = (1 - 0,04).1500$$

$$n' = 1440 \text{ tr/mn}$$

ب- حساب تواتر تيارات الدوار :  
 $f_g = f \cdot g \Rightarrow f_g = 0,04 \cdot 50 \Rightarrow f_g = 2 \text{ Hz}$

نقول عن الضياع في حديد الدوار مهمل لأن تواتر تيارات الدوار  $f_g$  ضعيف .

(3) - حساب الضياع بمفعول جول في الساكن :

$$P_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2 \Rightarrow P_{js} = 3 \cdot 0,4 \cdot 32^2 \Rightarrow P_{js} = 1228,8 \text{ W}$$

- حساب الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr} = g \cdot (P_a - P_{js} - P_{fs})$$

$$P_{jr} = 0,04 \cdot (18,1 \cdot 10^3 - 1228,8 - 489,48)$$

$$P_{jr} = 655,26 \text{ W}$$

4- حساب الاستطاعة المفيدة :

$$\Rightarrow P_u = 18,1 \cdot 10^3 - 999,48 - 1228,8 - 655,26 \Rightarrow P_u = P_a - P_c - P_{js} - P_{jr}$$

$$P_u = 15216,46 \text{ W}$$

- مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow \eta = \frac{15216,46}{18,1 \cdot 10^3} = 0,84 \Rightarrow \eta = 84 \%$$

- حساب عزم المزدوجة :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$$

$$\Omega' = \frac{2 \pi n'}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1440}{60} = 150,72 \text{ rad/s}$$

$$T_u = \frac{15216,46}{150,72} \Rightarrow T_u = 100,95 \text{ N.m}$$

تمرين 04 ص 168 :

(1) نمط تغذية المحرك : ثنائي القطب ( $K_1=2$ )

(2) عدد الأطوار :  $m=4$

(3) عدد الخطوات في الدورة و حسب الشكل التبديل متناظر  $K_2=1$  :

$$N = m.p.K_1.K_2 \Rightarrow N = 4.1.2.1 \Rightarrow N = 8 \text{ pas/tr}$$

(4) حساب الخطوة الزاوية بالدرجة :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

تمرين 05 ص 168 :

(1) عدد الأطوار :  $m=8$

(2) عدد الأقطاب :  $2 (p=1)$

(3) تغذية الأطوار منفصلة (تبديل متناظر)  $K_2=1$  و منه عدد الوضعيات :

$$N = p.m.K_1.K_2 \Rightarrow N = 1.8.1.1 \Rightarrow N = 8 \text{ pas/tr}$$

(4) الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

تمرين 06 ص 168 :

(1) جدول تحريض الأطوار :

المشبع	المفحل	وضعية الدوار	المفحل	وضعية الدوار
$T_3$	$T_1$	5	$T_1$	1
$T_3, T_4$	$T_1, T_2$	6	$T_1, T_2$	2
$T_4$	$T_2$	7	$T_2$	3
$T_4, T_1$	$T_2, T_3$	8	$T_2, T_3$	4

(2) - عدد الأطوار :  $m=4$

- عدد الأقطاب :  $2 (p=1)$

- نوع التبدل : لا متناظر ( $K_2=2$ )

- نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه)  $K_1=1$

- الخطوة الزاوية :  $\alpha = \frac{360^\circ}{N}$

$$N = m.p.K_1.K_2 \Rightarrow N = 4.1.2.1 \Rightarrow N = 8 \text{ pas/tr}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

# وظيفة تضخيم

7

نشاط ص 177 :

الفرق بين المقال ثنائية القطبية و المقال ذات الأثر الحقلي

مقال ذات الأثر الحقلي	مقال ثنائية القطبية	
بالتوتر	بالتيار	التحكم
كبيرة جدا	متوسطة	ممانعة الدخول
إستهلاك ضعيف للتيار	إستهلاك متوسط للتيار	الإستهلاك في الطاقة
لبناء دارات مندمجة	التضخيم و التبديل	الإستعمال

نشاط ص 180 :

بطاقة تقنية للترياك BTA/BT08-800B

Triac BTA/BT08-800B (general purpose AC switching and phase control operation)

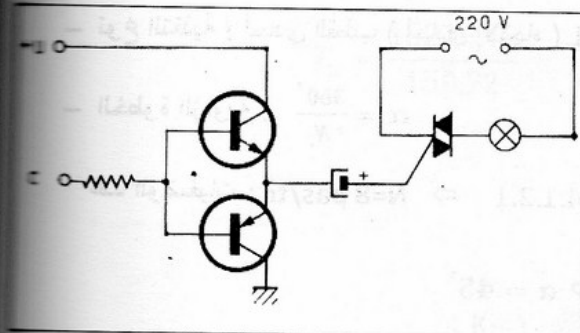
الرمز	المدنول	القيمة	الوحدة
$V_{DRM}$	Repetitive peak off-state voltage	800	V
$I_{GT}$	Gate trigger current	$T_J = 25^\circ C$	5 to 50 mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	$T_C = 100^\circ C$	8 A
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	$t = 20\text{ ms}$	80 A
$I_{GM}$	Peak gate current	$T_J = 125^\circ C$	4 A

تيار التحكم  $I_{GT}$  هو تيار البوابة يتراوح ما بين 5 إلى 10mA .

تيار الحمولة  $I_T$  يقدر بـ 8A لموجة جيبية كاملة .

تيار ذو ذررة غير متكرر  $I_{TSM}$  يقدر بـ 80A لدورة كاملة .

تمرين 01 ص 181



1- تمثل إشارة الدخول عند النقطة C بإشارة التحكم

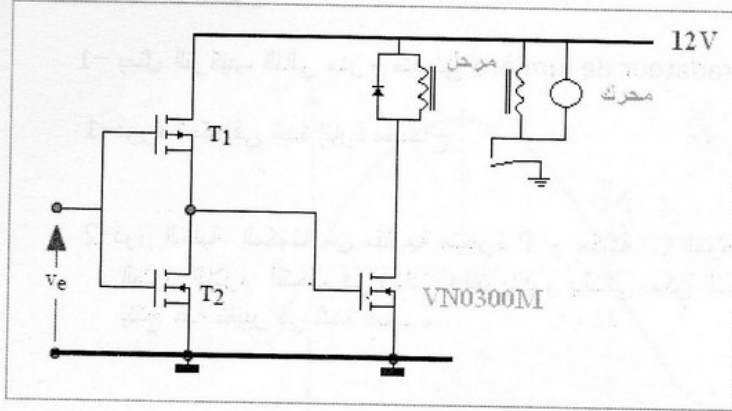
2- دور المققلين (push-pull) تضخيم إشارة التحكم

3- يمكن تحسين الإشارة عند مخرج المققلين لأنه تظهر تشوهات وذلك بإضافة ثنائيتين توتر عتبيتهم يساوي توتر عتبة المققلين .

4- المصباح يمثل جزء الإستطاعة في التركيب



## تعرين 02 ص 181 :



1- يمثل التركيب المكون من المقحلين

$T_1$  و  $T_2$  مضخم إشارة الدخول بإستعمال

مقحل Mosfet تركيب (push-pull)

2- المقحل Mosfet (VN0300M)

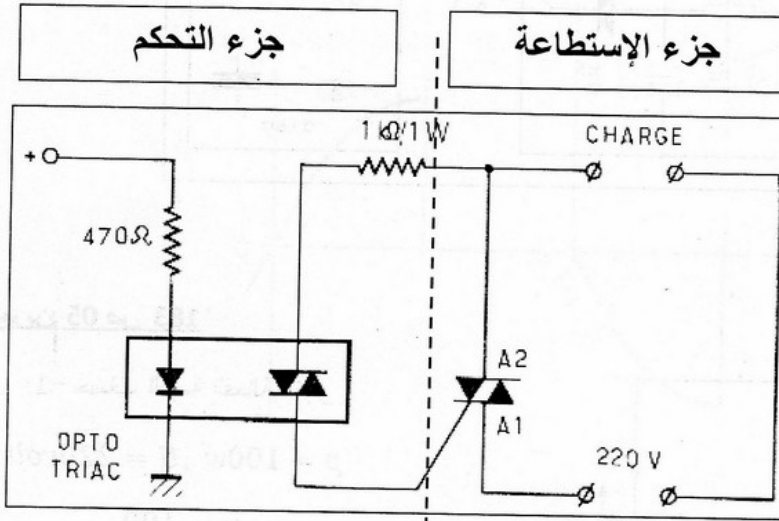
يعمل في التبديل ونتحكم في مدخله

بالتوتر .

يتحكم المقحل في المرحل و الذي بدوره يتحكم في المحرك ، حيث بوجود توتر مناسب في مدخل المقحل يصبح المقحل مشبع ( ممرر للتيار ) وبالتالي تغذى وشيعة المرحل و التي بدورها تتحكم في دوران المحرك .

عند إنعدام توتر في مدخل المقحل يتوقف ، ينتج عنه توقف المحرك.

## تعرين 03 ص 182:



1- ينقسم التركيب إلى جزئين هامين جزء التحكم ( partie de commande ) يحتوي على الترياك الضوئي Opto - triac و جزء الإستطاعة ( partie de puissance ) .

2- الفائدة التي يقدمها هذا النوع من التركيب هي: الوسط الذي يربط دائرة التحكم بدائرة الإستطاعة هو الضوء ، الشيء الذي يسمح بعزل دائرة التحكم عن أي تأثير محتمل من دائرة الإستطاعة .

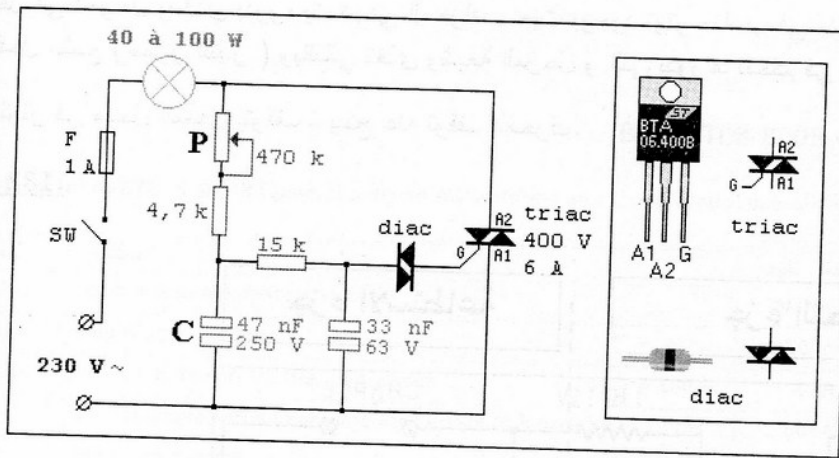
3- بإمكاننا تطوير هذا التركيب من ناحية التحكم وذلك بإستعمال مثلا جهاز الكمبيوتر أو API .

تمرين 04 ص 182 :

1- يمثل التركيب التالي مدرج ضوئي Gradateur de lumière

1- دوره تحكم في شدة إنارة مصباح

2- دور الخلية المكونة من مقاومة متغيرة P و مكثفة C الموصولة مع الدياك تسمح بالحصول على فرق الطور اللازم للتحكم في زناد G للترياك و بالتالي يمكن التحكم في التوتر الفعال المغذي للمصباح التي ينتج عنه تغيير في شدة الضوء .



تمرين 05 ص 183

1- حساب القيمة الفعالة للتيار I

$$p = 100w, U = 220volts$$

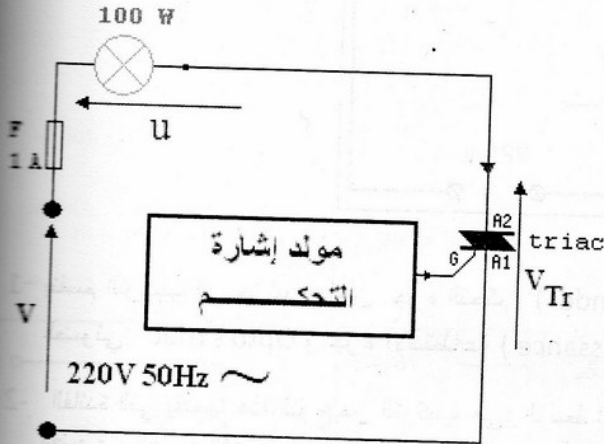
$$I = \frac{p}{U} = \frac{100}{220} = 0.45A$$

$$v = V\sqrt{2} \sin \omega t = V\sqrt{2} \sin \theta,$$

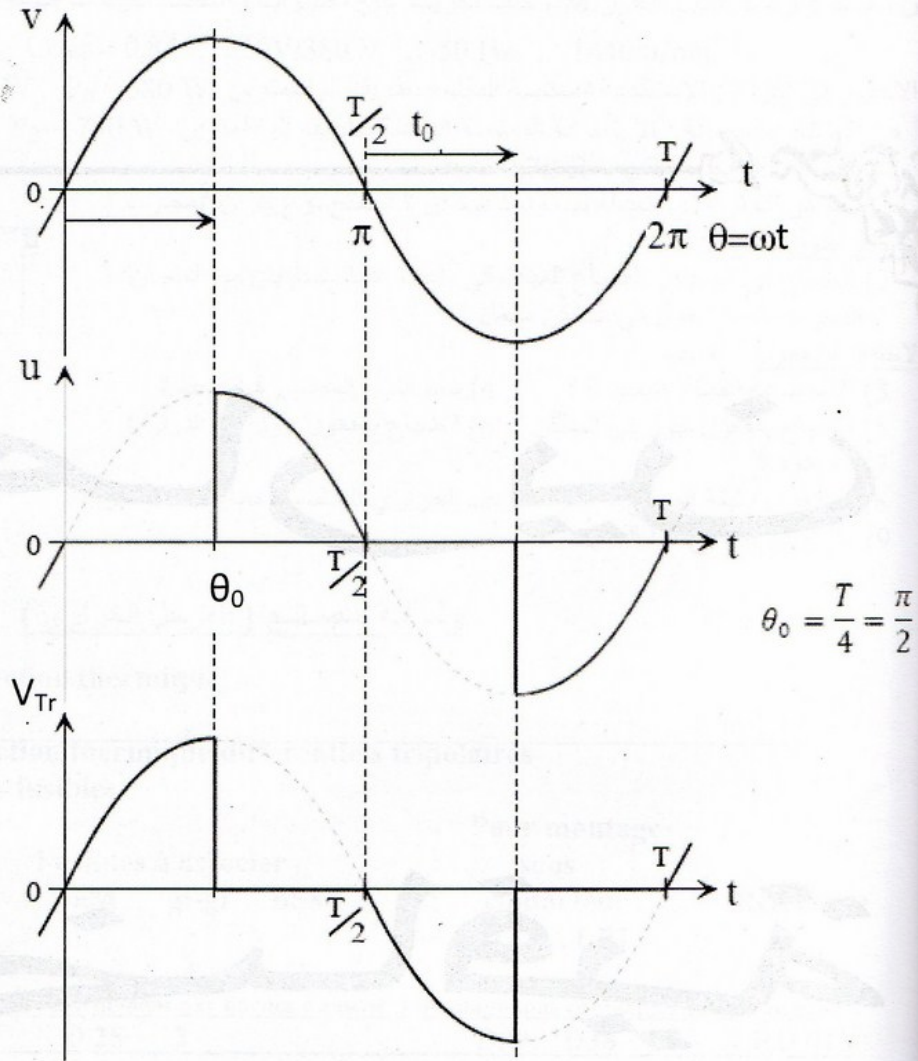
$$\theta = \omega t, \quad \theta_0 = \omega t_0 = 2\pi f \frac{T}{4}$$

$$V = 220volts, \quad \omega = 314rd/s$$

$$\theta_0 = \frac{\pi}{2} rad$$



2- تمثيل البياني للتوتر بين طرفي المصباح u



- حساب القيمة الفعالة لـ u :

$$U^2 = \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u^2(\theta) d\theta \Rightarrow U = V \sqrt{1 - \frac{\theta_0}{\pi} + \frac{\sin 2\theta_0}{2\pi}}$$

$$U = 220 \sqrt{1 - \frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} + \frac{\sin 2 \cdot \frac{\pi}{2}}{2\pi}} = 155.56 \text{ volts}$$

# تعاريف إضافية



## تمرين 01 :

ليكن محرك لاتزامني ثلاثي الطور M ، حيث أجريت عليه اختبارات و أعطت القياسات التالية :

$$\cos\varphi = 0,84 , 220V/380 V , 50 \text{ Hz} , 1440 \text{ tr/mn}$$

الاختبار في الفراغ : الاستطاعة الممتصة المقاسة بطريقة الواطمترين  $P_A=1360 \text{ W} , P_B=-680 \text{ W}$

• الاختبار بالحمولة : الاستطاعة الممتصة المقاسة بطريقة الواطمترين  $P_A=2760 \text{ W} , P_B=1780 \text{ W}$

مقاومة اللف الواحد للساكن :  $r = 0,72 \Omega$

(1) ما هو التوتر الذي يتحمله لف واحد للساكن ؟ استنتج نوع إقران المحرك ؟

الاختبار بدون حمولة : أحسب

(2) الضياع في الحديد و الضياع الميكانيكي باعتبارهما متساويان مع العلم أن

الضياع بمفعول جول في الساكن مهمل ؟

الاختبار بالحمولة : أحسب

(3) الاستطاعة الفعالة الممتصة ؟ (4) شدة التيار الممتص في الخط ؟

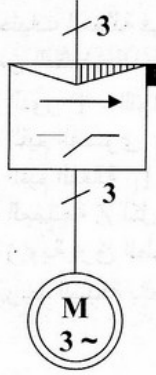
(5) الضياع بمفعول جول في الساكن ؟ (6) الضياع بمفعول جول في الدوار ؟

(7) المردود ؟

(8) باستعمال وثيقة الصانع ، اختر المرحل الحراري المناسب لحماية هذا المحرك ؟

(9) ما هو نوع إقلاع هذا المحرك ؟

المخطط  
الوظيفي



### وثيقة الصانع (المرحل الحراري)

Relais de protection thermique

Références .

Relais de protection thermique différentiels tripolaires

à associer à des fusibles

Zone de réglage du relais	Fusibles à associer			Pour montage sous contacteur LC1 , LP1	Référence
	aM	gf-gl	BS88		
A	A	A	A		
Classe 10 A (1) avec raccordement par bornes à ressort ( montage sous contacteur uniquement)					
0,10...0,16	0,25	2		D09...D38	LRD 013
0,16...0,25	0,5	2		D09...D38	LRD 023
0,25...0,40	1	2		D09...D38	LRD 033
0,40...0,63	1	2		D09...D38	LRD 043
0,63...1	2	4		D09...D38	LRD 053
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD 063
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD 073
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD 083
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD 103
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD 123
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD 143
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD 163
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD 213
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD 223

### تمرين 03 :

يوصل محركان لآتزاميان 3 ~ بالشبكة 220 / 380 v ، 50Hz ،  
تعطي لوحة مواصفات كل محرك ما يلي :

المحرك M1 :  $\cos \alpha_1 = 0.7$  ،  $P_{a1} = 5 \text{ Kw}$  ، 220 / 380 v

المحرك M2 :  $\cos \alpha_2 = 0.8$  ،  $P_{a2} = 8 \text{ Kw}$  ، 380 / 660 v

1- أحسب شدة التيار الكلي في الخط عند إشتغال المحركين معا ؟

2- إستنتج معامل الإستطاعة للحمولة كاملة ؟

نضيف إلى الشبكة محرك M3 الذي يحمل المواصفات التالية :

220V/380V ; 50Hz ; 0,57Kw ; 2,7A/1,56A ; 1480tr/mn ;  $\cos \varphi = 0,77$

3- ما هي المعلومات التي تستخلصها من هذه المواصفات ؟

4- انطلاقا من هذه المواصفات ، احسب مايلي :

- سرعة التزامن و عدد أزواج الأقطاب ؟

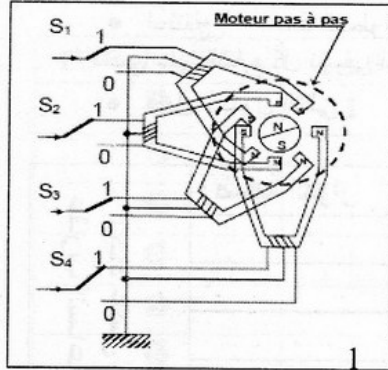
- الانزلاق ؟

- الاستطاعة الممتصة ؟

- العزم المفيد ؟

- المردود الاسمي ؟

5- هل يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي - مثلثي " ؟ علل .



### تمرين 04 :

ليكن المحرك خطوة خطوة الممثل في الشكل 1

1- عيّن عدد الأطوار 2- حدد عدد الأقطاب

3- نوع التبديل 4- نوع التغذية

5- أحسب عدد الخطوات

6- انطلاقا من الوضعية الممثلة في الشكل ، عيّن  $S_1$  ,  $S_2$  ,  $S_3$  ,  $S_4$

7- ما هي المبدلة الواجب تغيير وضعيتها للحصول على دوران :

- في اتجاه عقارب الساعة .
- عكس اتجاه عقارب الساعة .

### تمرين 05 :

ليكن المحرك خ خ الممثل في الشكل 2

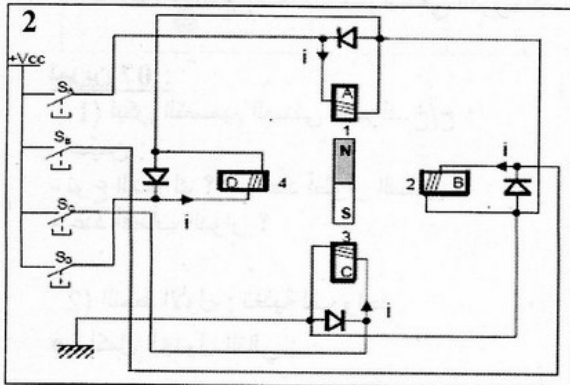
1- أكمل الجدول التالي ؟

2- أوجد القيم التالية :  $m$  ,  $P$  ,  $K_1$  ,  $K_2$  ,  $N$  ,  $\alpha$

ثم استنتج نوع التبديل في حالة :

\* التحكم بالخطوة الكاملة

\* التحكم بنصف الخطوة



اتجاه الدوران	الوشبة المعرّضة	القاطعة المغلقة
	$S_A$	
	$S_B$	
	$S_C$	
	$S_D$	

### تمرين 06 :

(I) ليكن التصميم المبدئي لمحرك خ/خ :

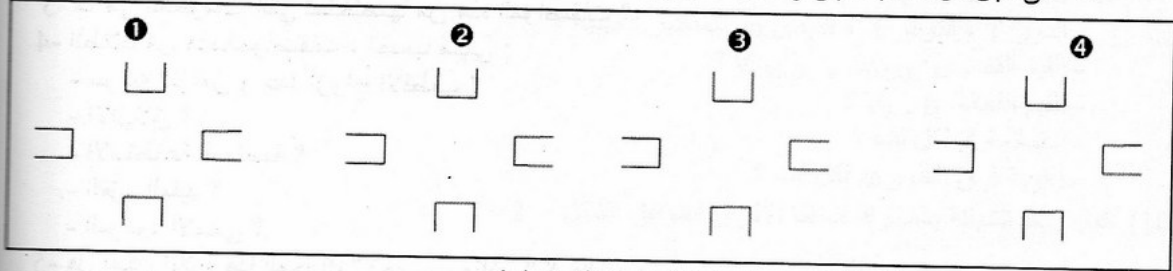
1/ عيّن : - نوع المحرك ؟ - عدد أطوار الساكن ؟ - عدد أقطاب الدوار ؟

2/ نغذي على التتابع كل نصف لف :

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس الساعة
①	1	0	0	0		
②						
③						
④						

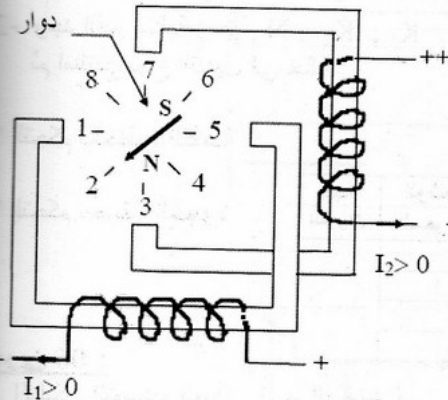
• من أجل كل تعاقب عيّن وضعية الدوار :



- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل ( التحكم ) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟
- 3/ تغذي على التتابع كل نصف لف :
- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس الساعة
①	1	1	0	0		
②						
③						
④						

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل ( التحكم ) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟



### تمرين 07 :

- (1) ليكن التصميم المبني لمحرك خ/خ :
- عيّن :
- نوع المحرك ؟ - عدد أطوار الساكن ؟
- عدد أقطاب الدوار ؟

(2) النمط الأول : تغذية لف واحد

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عكس الساعة
①	1	0	0	0		
②						
③						
④			248			

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل ( التحكم ) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟

(3) النمط الثاني : تغذية لفين

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عقارب الساعة
①	1	0	1	0		
②						
③						
④						

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل ( التحكم ) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟
- (4) نريد الحصول على خطوة زاوية  $45^\circ$
- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عقارب الساعة
①	1					
②						
③						
④						
⑤						
⑥						
⑦						
⑧						
⑨						

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل ( التحكم ) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟



### تمرين 01 :

- (1) - التوتّر الذي يتحمّله لف واحد للسّاكن : من لوحة المواصفات للمحرك نجد توتّر اللف الواحد 220 V .  
- نوع الإقران : نجمي لأنّ التوتّر المركّب للشبكة يوافق التوتّر الأكبر للمحرك .

⇨ الاختبار بدون حمولة :

(2) الضياع في الحديد و الضياع الميكانيكي :

$$P_{a0} = P_{fs} + P_m \quad (P_{js0} = 0)$$

$$P_A + P_B = P_{fs} + P_m \Rightarrow P_{fs} = P_m = \frac{P_A + P_B}{2} = \frac{1360 - 680}{2}$$

$$P_{fs} = P_m = \frac{680}{2} \Rightarrow P_{fs} = P_m = 340 \text{ W}$$

⇨ الاختبار بالحمولة :

(3) الاستطاعة الفعّالة الممتصة :

$$P_a = P_A + P_B$$

$$P_a = 2760 + 1780 \Rightarrow P_a = 4540 \text{ W}$$

(4) شدة التيار الممتص في الخط :

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow I = \frac{4540}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,84}$$

$$I = 8,22 \text{ A}$$

(5) الضياع بمفعول جول في السّاكن :

$$P_{js} = 3 \cdot r \cdot I^2 \Rightarrow P_{js} = 3 \cdot 0,72 \cdot (8,22)^2 \Rightarrow P_{js} = 145,94 \text{ W}$$

(6) الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr}$$

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0,04 \Rightarrow g = 4 \%$$

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs}) \Rightarrow P_{tr} = 4540 - (145,94 + 340) \Rightarrow P_{tr} = 4054 \text{ W}$$

$$P_{jr} = 0,04 \cdot 4054 \Rightarrow P_{jr} = 162,16 \text{ W}$$

(7) المردود :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_{tr} - (P_{jr} + P_m)}{P_a}$$

$$\eta = \frac{4054 - (162,16 + 340)}{4540} = 0,7823$$

$$\eta = 78,23 \%$$

(8) اختيار المرحل الحراري المناسب لحماية هذا المحرك باستعمال وثيقة الصانع :  
بما أن التيار الممتص  $I=8,22 \text{ A}$  يوافق تيار ضبط المرحل 10 .... 7 إذن المرحل الحراري المناسب هو :

**LRD 143**

(9) نوع إقلاع هذا المحرك :  
من المخطط الوظيفي : إقلاع مباشر اتجاه واحد للدوران .

## تمرين 02 :

- (1) كيفية ربط لفات الساكن مع الشبكة : التوتر المركب للشبكة 380 V يوافق التوتر الأكبر للمحرك إذن إقران نجمي
- (2) التوتر الفعال المطبق على كل لف هو 220 V
- (3) لا يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي - مثلثي " لأن توتر الشبكة 380V لا يوافق توتر الربط المثلثي (220V)
- (4) من المنحنى :

- الدور  $T=20\text{ms}$  :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f = 50\text{Hz}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \Rightarrow \omega = 314 \text{ rad/s}$$

- التوتر و التيار الأقصى :  $V_{1\text{MAX}} = 310\text{V}$  ،  $I_{1\text{MAX}} = 7\text{A}$   
- التوتر و التيار الفعال :

$$V_1 = \frac{V_{1\text{MAX}}}{\sqrt{2}} = \frac{310}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_1 = 220 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{I_{1\text{MAX}}}{\sqrt{2}} = \frac{7}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_1 = 4,96 \text{ A} \simeq 5\text{A}$$

$$V_1 = Z \cdot I_1 \Rightarrow Z = \frac{V_1}{I_1}$$

$$Z = \frac{220}{5} \Rightarrow Z = 44 \Omega$$

- الممانعة  $Z$  لكل لف :

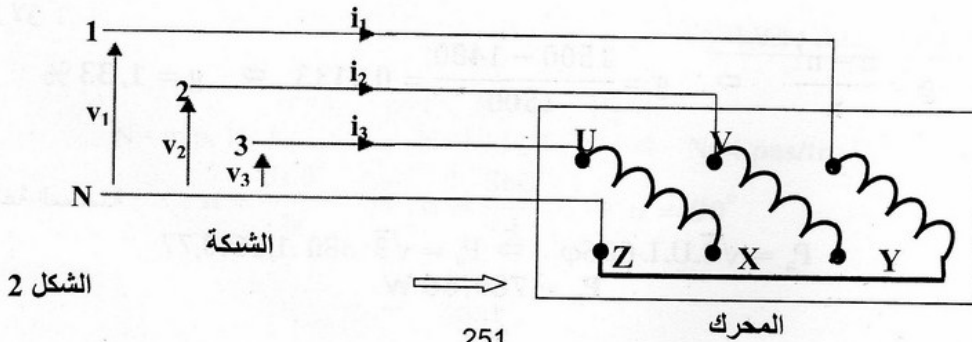
$$\theta = 2\text{ms} : \theta \text{ هو } v_1(t) \text{ و } i_1(t) \text{ بين الأشارتين}$$

إذن فرق الطور  $\varphi$  هو :

$$\varphi = \frac{2\pi}{T} \cdot \theta = \frac{2\pi}{20} \cdot 2$$

$$\varphi = \frac{4\pi}{20} = \frac{\pi}{5} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{5} \text{ rad}$$

(5) ربط الشبكة بالمحرك محققا الاقران الموافق :



### تمرين 03 :

(1) شدة التيار الكلي في الخط عند إشتغال المحركين معا :

بتطبيق نظرية بوشرو :

الاستطاعة الارتكاسية KVAR	الاستطاعة الفعالة KW	الاستطاعات الأجهزة
5,05	5	M <sub>1</sub>
6	8	M <sub>2</sub>
<b>11,05</b>	<b>13</b>	<b>المجموع</b>

حساب الاستطاعة الظاهرية :  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S = 17,06 \text{ KVA}$   
حساب التيار الممتص :

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I = \frac{17,06 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380} \Rightarrow I = 25,95 \text{ A}$$

(2) معامل الإستطاعة للحمولة كاملة :

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \Rightarrow \cos\phi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

$$\cos\phi = \frac{13 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 25,95} \Rightarrow \cos\phi = 0,76$$

(3) شرح المعلومات المواصفات :

$\cos\phi = 0,77$  : معامل الاستطاعة الاسمي

1480 tr/mn : سرعة الدوران الاسمية ( سرعة المحرك )

2,7 A : التيار الاسمي الموافق للربط المثلي

0,57 KW : الاستطاعة المفيدة الاسمية

50 Hz : تواتر الشبكة

220 V : توتر الربط المثلي ( توتر الف الواحد )

380 V : توتر الربط النجمي

(4) انطلاقا من هذه المواصفات ، حساب :

- سرعة التزامن :

$$n' = 1480 \text{ tr/mn} \text{ مع العلم } n' < n \text{ نستنتج : } n = 1500 \text{ tr/mn}$$

- عدد أزواج الأقطاب :

$$n = \frac{f \cdot 60}{P} \Rightarrow P = \frac{f \cdot 60}{n} = \frac{50 \cdot 60}{1500} \Rightarrow P = 2$$

- الانزلاق :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1480}{1500} = 0,0133 \Rightarrow g = 1,33 \%$$

- الاستطاعة الممتصة :

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \Rightarrow P_a = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1,56 \cdot 0,77$$

$$P_a = 789,66 \text{ W}$$

- العزم المفيد :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$$

$$\Omega' = \frac{2 \pi n'}{60} = \frac{2.3,14.1480}{60} = 154,9 \text{ rad/s}$$

$$T_u = \frac{0,57.10^3}{154,9} \Rightarrow T_u = 3,67 \text{ N.m}$$

- المردود الاسمي :

$$\eta = \frac{P_U}{P_a} \Rightarrow \eta = \frac{0,57.10^3}{789,66} = 0,721 \Rightarrow \eta = 72,1 \%$$

5- لا يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي - مثلثي " لأن التوتر المركب للشبكة 380V لا يوافق توتر الربط المثلثي .

#### تمرين 04 :

- 1- عدد الأطوار :  $m=8$
- 2- عدد الأقطاب :  $2 (p=1)$
- 3- نوع التبديل : لا متناظر ( $K_2=2$ )
- 4- نوع التغذية : أحادي القطب ( أحادي الاتجاه ) ( $K_1=1$ )
- 5- عدد الخطوات :  $N=16 \text{ pas/tr} \Rightarrow N=8.1.2.1 \Rightarrow N=m.p.K_1.K_2$
- 6- إنطلاقاً من الوضعية الممثلة في الشكل :  $S_1=1, S_2=1, S_3=1, S_4=1$
- 7- المبدلة الواجب تغيير وضعيتها للحصول على دوران :
  - في اتجاه عقارب الساعة :  $S_4=0$
  - عكس اتجاه عقارب الساعة :  $S_1=0$

#### تمرين 05 :

1- تكملة الجدول :

اتجاه الدوران	الوشية المحرصة	القاطعة المغلقة
اتجاه عقارب الساعة	A	$S_A$
	B	$S_B$
	C	$S_C$
	D	$S_D$

2- تعيين القيم التالية :  $\alpha, N, K_2, K_1, P, m$  ثم استنتاج نوع التبديل :

\* في حالة التحكم بالخطوة الكاملة :

$$m=4, p=1, K_1=1, K_2=1$$

$$N = m.p.K_1.K_2 \Rightarrow N = 4.1.1.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$



\* في حالة التحكم بنصف الخطوة :

$$m=4, p=1, K_1=1, K_2=2$$

$$N = m.p.K_1.K_2 \Rightarrow N = 4.1.2.1 \Rightarrow N = 8 \text{ pas/tr}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

### تمرين 06 :

1/ تعيين :

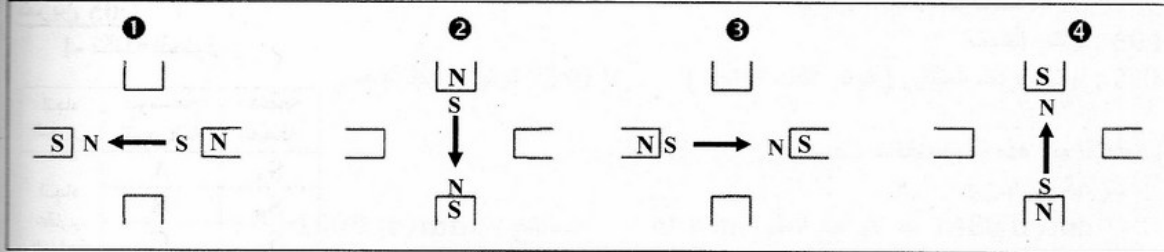
- نوع المحرك : أحادي القطب ذو مغناطيس دائم
- عدد أطوار الساكن :  $m=4$
- عدد أقطاب الدوار : 2 (  $p=1$  )

2/ نغذي على التتابع كل نصف لف :

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس الساعة
①	1	0	0	0	1	
②	0	1	0	0	3	
③	0	0	1	0	5	
④	0	0	0	1	7	

- من أجل كل تعاقب تعيين وضعية الدوار :



- تحديد : - نوع التغذية : أحادي القطب  $K_1=1$

- نمط التشغيل ( التحكم ) : متناظر ( التحكم بالخطوة الكاملة )  $K_2=1$

- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :  $N = m.p.K_1.K_2 = 4.1.1.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$

- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

3/ تغذي على التتابع كل نصف في لف :

• ملء الجدول :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	تجاه عقارب الساعة
①	1	1	0	0	2	عكس
②	0	1	1	0	4	عكس
③	0	0	1	1	6	عكس
④	1	0	0	1	8	عكس

- تحديد : - نوع التغذية :  $K_1=1$   
- نمط التشغيل ( التحكم ) :  $K_2=1$
- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :  $N = m.p.K_1.K_2 = 4.1.1.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$   
- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

#### تمرين 07 :

(1) ليكن التصميم المبني لمحرك خ/خ :  
تعيين :

- نوع المحرك : ثنائي القطب ذو مغناطيس دائم
- عدد أطوار الساكن :  $m=2$
- عدد أقطاب الدوار :  $2 (p=1)$

(2) النمط الأول : تغذية لف واحد

• ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	تجاه عقارب الساعة
①	1	0	0	0	1	عكس
②	0	0	1	0	3	عكس
③	0	1	0	0	5	عكس
④	0	0	0	1	7	عكس

- تحديد : - نوع التغذية :  $K_1=2$   
- نمط التشغيل ( التحكم ) :  $K_2=1$
- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :  $N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$   
- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

(3) النمط الثاني : تغذية لفين

• ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عقارب الساعة
①	1	0	1	0	2	
②	0	1	1	0	4	
③	0	1	0	1	6	
④	1	0	0	1	8	

• تحديد : - نوع التغذية :  $K_1=2$   
- نمط التشغيل ( التحكم ) :  $K_2=1$  متناظر

• استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :  $N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$   
- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

(4) نريد الحصول على خطوة زاوية  $45^\circ$

• ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عقارب الساعة
①	1	0	0	1	1	
②	1	0	0	1	8	
③	0	0	0	1	7	
④	0	1	0	0	6	
⑤	0	1	0	0	5	
⑥	0	1	1	0	4	
⑦	0	0	1	0	3	
⑧	1	0	1	0	2	
⑨	1	0	0	0	1	

• تحديد : - نوع التغذية :  $K_1=2$  ثنائي القطب  
- نمط التشغيل ( التحكم ) :  $K_2=1$  لامتناظر  
• استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :

$$N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.2 \Rightarrow N = 8 \text{ pas/tr}$$



يصدر  
في نفس السلسلة



دار المختار للطباعة والنشر و التوزيع  
شارع البريد - اسطاوالي - الجزائر  
الهاتف / الفاكس: 021391464  
البريد الالكتروني: edition.mokhtar@gmail.com

